

ICS×××××

A××××

中华人民共和国国家标准

GB/T×××××—××××

城市防洪工程设计规范

Design specification for urban flood control project

(征求意见稿)

(仅供征求意见，请勿引用)

2009-××-××发布

2009-××-××实施

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

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部文件建标[2008]105号“关于2008年工程建设标准规范制订、修订计划（第二批）的通知”、水利部水利水电规划设计总院文件水总科[2009]49号文“关于确定《城市防洪工程设计规范》等4项标准制定与修订项目和主编单位的通知”的要求，由中水北方勘测设计研究有限责任公司会同有关单位共同编制而成。

在规范编制过程中，编制组进行了广泛深入的调查研究，认真总结了《城市防洪工程设计规范》（CJJ50—92）实施十余年来的实践经验，吸收了相关行业设计规范的最新成果，认真研究分析了城市防洪工程工作的现状和发展趋势，并在广泛征求意见的基础上，经过反复讨论、修改和完善，最后召开了相关行业参加的全国性会议，邀请有关专家审查定稿。

《城市防洪工程设计规范》（以下简称本规范）共分13章51节336条，主要内容包括“总则，城市防护工程等级和设计标准，设计洪水、设计涝水和设计潮水位，总体布局，江河堤防设计和海堤设计，河道治理及护岸（滩）工程设计，治涝工程设计，防洪闸设计，山洪防治，泥石流防治，防洪工程管理，环境影响评价、环境保护设计与水土保持等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由水利部负责日常管理，由水利部水利水电规划设计总院负责具体技术内容的解释。

本规范执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见反馈给水利部水利水电规划设计总院（北京西城区六铺炕北小街2-1号，邮编100120），以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人：

主编单位：中水北方勘测设计研究有限责任公司

（原水利部天津水利水电勘测设计研究院）

参编单位：中国市政工程东北设计院

浙江省水利水电勘测设计院

上海勘测设计研究院

参加单位：中国科学院成都山地灾害与环境研究所

主要起草人：

主要审查人员：

目 次

1	总 则	1
2	城市防洪工程等级和设计标准.....	2
2.1	城市防洪工程等别和防洪标准.....	2
2.2	防洪建筑物级别.....	2
3	设计洪水、设计涝水和设计潮水位.....	4
3.1	设计洪水	4
3.2	设计涝水	5
3.3	设计潮水位.....	6
3.4	洪水、涝水和潮水遭遇分析.....	7
4	防洪工程总体布局.....	8
4.1	一般规定	8
4.2	江河洪水防治	8
4.3	涝水防治	8
4.4	海潮防治	9
4.5	山洪防治	9
4.6	泥石流防治.....	9
4.7	超标准洪水安排.....	9
5	江河堤防	11
5.1	一般规定	11
5.2	防洪堤防（墙）	11
5.3	穿堤、跨堤建筑物.....	13
5.4	地基处理.....	14
6	海堤工程	15
6.1	一般规定	15
6.2	堤身设计	15
6.3	堤基处理	17
7	河道治理及护岸（滩）工程.....	18
7.1	一般规定	18
7.2	河道整治	18
7.3	坡式护岸	19
7.4	墙式护岸	19
7.5	板桩式及桩基承台式护岸.....	20
7.6	顺坝和短丁坝护岸.....	20
8	治涝工程	22
8.1	一般规定	22
8.2	工程布局	22
8.3	排涝河道设计	22

8.4	排涝泵站	23
9	防洪闸	24
9.1	一般规定	24
9.2	闸址和闸线的选择	24
9.3	总体布置	24
9.4	防潮闸	25
9.5	水力计算	26
9.6	结构与地基计算	26
10	山洪防治	27
10.1	一般规定	27
10.2	跌水和陡坡	27
10.3	谷坊	28
10.4	撇洪沟及截流沟	28
10.5	排洪渠道	29
11	泥石流防治	31
11.1	一般规定	31
11.2	拦挡坝	31
11.3	停淤场	32
11.4	排导沟	32
12	防洪工程管理	34
12.1	一般规定	34
12.2	管理体制	34
12.3	防洪调度	34
12.4	年运行管理费测算	34
13	环境影响评价、环境保护设计与水土保持设计	36
13.1	环境影响评价与环境保护设计	36
13.2	水土保持设计	36
	本标准用词说明	37

LIST OF CONTENTS

1	PRINCIPLES	1
2	PROJECT GRADE AND DESIGN CRITERION.....	2
2.1	Project Grade and Criterion of Flood Control.....	2
2.2	Structure Rating.....	2
3	DESIGN FLOODS, WATER-LOGGING AND TIDAL LEVEL.....	4
3.1	Design Floods.....	4
3.2	Design Water-logging.....	5
3.3	Design Tidal Level.....	6
3.4	Encountering Analyse of Flood, Water-logging and Tidal Level.....	7
4	GENERAL LAYOUT OF PROJECT.....	8
4.1	General Rules.....	8
4.2	Flood Control.....	8
4.3	Water-logging Control.....	8
4.4	Tide Prevention.....	9
4.5	Torrent Prevention.....	9
4.6	Prevention of Mud Rock Flow.....	9
4.7	Disposition for above Criterion Flood.....	9
5	EMBANKMENT	11
5.1	General Rules.....	11
5.2	Flood Embankment and Wall.....	11
5.3	Structures of Crossing Embankment.....	13
5.4	Foundation Stratum.....	14
6	COASTAL LEVEE	15
6.1	General Rules.....	15
6.2	Design of Levee.....	15
6.3	Foundation Stratum.....	17
7	PROJECT OF RIVER CONTROL AND BANK PROTECTION.....	18
7.1	General Rules.....	18
7.2	Channel Improvement.....	18
7.3	Slope Protection.....	19
7.4	Revetment Wall.....	19
7.5	Sheet-pile Bulkhead and Qury Wall on a Pile Foundation.....	20
7.6	Longitudinal Dam and Bankhead.....	20
8	PROJECT OF WATER-LOGGING CONTROL.....	22
8.1	General Rules.....	22
8.2	Project Layout.....	22

8.3	Design of Storm Drainage Channel.....	22
8.4	Pumping Station of Storm Drainage.....	23
9	FLOOD GATE	24
9.1	General Rules.....	24
9.2	Selection of Gate Location.....	24
9.3	Principle Layout.....	24
9.4	Tide Gate.....	25
9.5	Hydraulic Calculation.....	26
9.6	Calculation of Structure and Foundation.....	26
10	TORRENT PREVENTION.....	27
10.1	General Rules.....	27
10.2	Hydraulic Drop and Steep Slope.....	27
10.3	Erosion Control Dam.....	28
10.4	Channel of Decantation Flood and Interception Flood.....	28
10.5	Flood Canal.....	29
11	PREVENTION OF MUD ROCK FLOW.....	31
11.1	General Rules.....	31
11.2	Detention Dam.....	31
11.3	Stagnant Area.....	32
11.4	Guide Channel.....	32
12	ENGINEERING MAINTENANCE.....	34
12.1	General Rules.....	34
12.2	Framework of Management.....	34
12.3	Dispatching of Flood Control.....	34
12.4	Calculation of Annual Maintenance Cost.....	34
13	ENVIRONMENTAL IMPACT AND WATER CONSERVATION.....	36
13.1	Environmental Impact and Preservation of Environment.....	36
13.2	Design of Water Conservation.....	36
	<u>DESCRIPTION OF THE WORDS IN THE CODE</u>	37

1 总 则

1.0.1 为防治洪水、涝水和风暴潮危害，保障城市防洪安全，统一城市防洪工程规划、防洪工程设计的技术要求，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于我国城市防洪工程的规划、设计。

1.0.3 城市防洪工程规划、设计，应以所在江河流域防洪规划、区域防洪规划和城市总体规划为依据，与城市市政、生态与环境建设相协调，全面规划，统筹兼顾，工程措施与非工程措施相结合，综合治理。

1.0.4 进行城市防洪工程设计时，应调查收集气象、水文、泥沙、地形、地质、生态与社会经济等基础资料。选用的基础资料应准确可靠。

1.0.5 城市防洪范围内的河、渠、沟道及沿岸的土地利用应服从防洪、治涝要求，跨河建筑物和穿堤建筑物的防洪标准应与该城市的防洪、治涝标准相适应。

1.0.6 位于山区的城市，主要防江河洪水，同时防山洪、泥石流，防治并重；位于平原地区的城市，主要防江河洪水，同时治理涝水，洪、涝兼治；位于海滨的城市，除防洪、治涝外，应防风暴潮，洪、涝、潮兼治。

1.0.7 城市防洪工程设计对特殊的地质条件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照有关标准的要求，进行经济分析。

1.0.10 本规范主要引用以下标准：

《堤防工程设计规范》(GB 50286)

《泵站设计规范》(GB/T 50265)

《水闸设计规范》(SL 265)

《水利工程水利计算规范》(SL 104)

《开发建设项目水土保持方案技术规范》(SL 204)

《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T88)

1.0.11 城市防洪工程设计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 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和人口数量按表 2.1.1 的规定划分为五等。

表 2.1.1 工程等别

防洪工程等别	分等指标	
	防洪保护对象的重要程度	防洪保护区人口(万人)
一	特别重要	≥ 100
二	重要	< 100 , 且 ≥ 50
三	比较重要	< 50 , 且 ≥ 20
四	一般重要	< 20 , ≥ 10
五	重要性较低	< 10
注: ①城市是指国家按行政建制设立的直辖市、市、镇中有防洪任务的城市; ②防洪保护区人口是指受城市防洪工程保护的市区和近郊区的常住人口。		

2.1.2 位于山区、平原区和海滨区的城市，其防洪工程的防洪设计标准应根据防洪工程等别、灾害类型按表 2.1.2 的规定分析确定。

表 2.1.2 防洪设计标准

城市防洪工程等别	设计标准(重现期: 年)			
	洪水	涝水	海潮	山洪
一	≥ 100	≥ 20	≥ 100	≥ 50
二	< 100 , 且 ≥ 50	< 20 , 且 ≥ 10	< 100 , 且 ≥ 50	< 50 , 且 ≥ 20
三	< 50 , 且 ≥ 30	< 20 , 且 ≥ 10	< 50 , 且 ≥ 20	< 20 , 且 ≥ 10
四	< 30 , 且 ≥ 20	< 10 , 且 ≥ 5	< 20 , 且 ≥ 10	< 10 , 且 ≥ 5
五	< 20 , 且 ≥ 10	< 10 , 且 ≥ 5	< 10 , 且 ≥ 5	< 10 , 且 ≥ 5
注: ①标准上下限应根据受灾后的影响、造成的经济损失、抢险难易程度以及资金筹措条件等因素分析选用; ②洪水、山洪的设计标准为洪水、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 情况特殊的城市，经论证并报请上级主管部门批准，其防洪工程的设计标准可适当提高或降低。

2.1.4 城市分区设防时，可按分区确定其防洪工程等别，分别选用相应的设计标准。

2.1.5 城市治涝设计暴雨的历时和涝水排除时间，应根据地貌特征、暴雨特性、河网与湖泊的调蓄情况，经论证确定。

2.1.6 位于国境界河的城市，其防洪设计标准应专门研究确定。

2.1.7 位于地震烈度 7 度及其以上地区的 1 级城市防洪工程，经主管部门批准，应进行抗震设计。

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划分为五级，按表 2.2.1 的规定确定。

表 2.2.1 防 洪 建 筑 物 级 别

防洪工程等别	永久性建筑物级别		临时性建筑物级别
	主要建筑物	次要建筑物	
一	1	2	3
二	2	3	4
三	3	4	5
四	4	5	5
五	5	5	5
注：①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堤防、防洪闸等建筑物； 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。			

2.2.2 拦河建筑物和穿堤建筑物工程的级别，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，应按相关规范的规定执行，有特殊要求时，经论证可适当提高或降低。

3 设计洪水、设计涝水和设计潮水位

3.1 设计洪水

3.1.1 城市防洪工程设计的设计洪水，可根据设计要求，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 计算设计洪水应充分利用已有的实测暴雨、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，并进行合理性检查。

3.1.4 根据资料条件，设计断面的设计洪水可采用以下方法进行计算：

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，应采用频率分析方法计算设计洪水。

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，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。

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，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城市设计断面区间的设计洪水。设计洪水地区组成可采用下列方法拟定，并根据设计要求，合理选用。

1 典型洪水组成法。从实测资料中选择几次有代表性的大洪水作为典型，以设计断面的设计洪量作为控制，按典型洪水各区洪量组成比例，计算各区相应的设计洪量。

2 同频率组成法。指定某一区发生与设计断面同频率的洪水，计算设计洪量，其它区发生相应的洪水，计算相应洪量。其它区分为几区时，各区的相应洪量，以典型洪水的组成比例进行分配。

3.1.7 各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明确规定了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 作为城市治涝工程的设计涝水，可按涝水形成地区的不同，分别计算城区设计涝水和郊区设计涝水。

3.2.2 城区设计涝水可用以下方法和公式计算：

1 根据设计暴雨量按公式（3.2.2）计算。

$$Q = k \cdot q \cdot \varphi \cdot F \quad (3.2.2)$$

式中 k ——与所用单位有关的系数；

Q ——涝水流量，L/s 或 m^3/s ；

q ——暴雨强度，L/s · ha 或 mm/h；

φ ——径流系数；

F ——汇水面积，ha 或 km^2 。

2 暴雨强度应采用经分析的城市暴雨强度公式计算。当城市缺少该资料时，可采用地理环境及气候相似的邻近城市的暴雨强度公式。

3 径流系数可按表 3.2.2 的规定确定。

表 3.2.2 城区径流系数表

城 区 建 筑 情 况	径流系数
建筑密集区（城市中心区）	0.60~0.85
建筑较密集区（一般规划区）	0.45~0.60
建筑稀疏区（公园、绿地）	0.20~0.45

3.2.3 地势平坦、以农田为主的郊区的设计涝水，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。缺少实测资料时，可根据排涝区的自然经济条件 and 生产发展水平等，分别选用下列公式或其它经过验证的公式计算排涝模数。

1 经验公式法。按经验公式（3.2.3-1）计算。

$$q = KR^m A^n \quad (3.2.3-1)$$

式中 q ——设计排涝模数， $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ ；

R ——设计暴雨产生的径流深，mm；

A ——设计排涝区面积， km^2 ；

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；

m ——峰量指数，反映洪峰与洪量关系；

n ——递减指数，反映排涝模数与面积关系。

K 、 m 、 n 应根据具体情况，经实地测验确定。

2 平均排除法。

1) 旱地设计排涝模数按公式（3.2.3-2）计算。

$$q_d = \frac{R}{86.4T} \quad (3.2.3-2)$$

式中 q_d ——旱地设计排涝模数, $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$;

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公式 (3.2.3-3) 计算。

$$q_w = \frac{P - h_1 - ET' - F}{86.4T} \quad (3.2.3-3)$$

式中 q_w ——水田设计排涝模数, $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$;

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公式 (3.2.3-4) 计算。

$$q_p = \frac{q_d A_d + q_w A_w}{A_d + A_w} \quad (3.2.3-4)$$

式中 q_p ——旱地、水田兼有的综合设计排涝模数, $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$;

A_d ——旱地面积, km^2 ;

A_w ——水田面积, km^2 。

3.2.4 对城市排涝和排污合用的排水河道, 必要时应适当考虑排涝期间的污水汇入量。

3.2.5 对利用河、湖、洼蓄水、滞洪的地区, 排涝河道的设计排涝流量, 应适当考虑河、湖、洼的蓄水、滞洪作用。

3.2.6 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, 根据其系列资料分析计算设计潮水位。

3.3.3 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, 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公式 (3.3.3) 计算设计潮水位:

$$h_{sy} = A_{ny} + \frac{R_y}{R_x} (h_{sx} - A_{nx}) \quad (3.3.3)$$

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。

3.3.4 潮水位频率曲线线型可采用皮尔逊III型，经分析论证，也可采用其它线型。

3.3.5 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。

3.3.6 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。

3.3.7 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，研究遭遇的规律。

以防洪为主时，重点分析洪水与相应涝水、潮水遭遇的规律；以排涝为主时，重点分析涝水与相应洪水、潮水遭遇的规律；以防潮为主时，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，如同期资料系列不足 30 年应采用合理方法进行插补延长。

3.4.3 分析洪水与相应涝水、潮水遭遇，应按年最大洪水（洪峰流量、时段洪量）、相应涝水、潮水位取样。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，可按相同的原则取样。

3.4.4 为增加洪水、涝水和潮水遭遇分析的信息量，也可以大（高）于某一量级的洪水、涝水或高潮位为基准，一年内选取多次资料。

3.4.5 进行洪水、涝水和潮水遭遇分析，应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机率，不应轻易舍弃。

3.4.6 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）防洪规划和城市总体规划的基础上进行。应收集和分析有关的气象水文、地形地质、社会经济、洪涝潮灾害等基础资料，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。
- 4.1.2 城市防洪应洪、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，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，兼顾城市绿化、美化、交通及其它综合利用要求，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、湿地等天然水域应予保留，并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，保障其安全和畅通。
- 4.1.6 城市防洪工程总体布局，应节省用地，应根据工程抢险和应急救生等要求，设置必要的防洪通道。
- 4.1.7 防洪建筑物选型应因地制宜，就地取材，与城市市政建设风格相协调。
- 4.1.8 山区城市应做好山洪、泥石流的普查与防治。
- 4.1.9 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，应按照城市防洪规划的要求和有关标准的规定，分析论证确定。

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，复核现状河道泄洪能力及防洪标准，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应上下游、左右岸相协调，不同防洪标准的建筑物间应平顺衔接。
- 4.2.3 对行（泄）洪河道进行整治，应上下游、左右岸兼顾，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，防止在河道中产生不利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片，采取分片防洪的方式。
- 4.2.5 江河洪水防治工程应为城区排水留有出路。

4.3 涝水防治

- 4.3.1 城市涝水的防治，应在城市总体规划、城市防洪规划和城市治涝规划的基础上进行，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，并据此进行排涝工程布置。
- 4.3.4 当承泄区的高水位可能持续时间较长，自排条件受限制时，可设置排涝泵站，进行机排。
- 4.3.5 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，与城市海滨环境相协调，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，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，按照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，采取有效的消浪措施和基础防护措施。
- 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 排洪沟道平面布置应力求顺直，避开市区直接排入城市下游河道。当条件允许时，可开挖撇洪沟将山坡洪水导至其它水系。
- 4.5.4 山洪防治应在条件允许的情况下充分利用市区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，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。

4.7 超标准洪水安排

- 4.7.1 城市防洪总体布局中，应根据需要与可能对超标准洪水作出必要的、应急的安排。
- 4.7.2 遇超标准洪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 遇超标准洪水时，主要防洪保护对象为人口密集、经济发达的城区。重要交通干线，供水、供电设施以及较集中的大型工矿企业，也应加强保护。
- 4.7.4 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设

施潜力进行安排。

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 堤防设计水位，应根据设计防洪标准和控制站的设计洪水流量，考虑桥梁、码头、跨河、拦河等建筑物的壅水影响，分析计算设计洪水水面线。推求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。对所推求的水面线应进行合理性分析。

5.1.4 堤顶或防洪墙顶高程可按公式（5.1.4）计算确定：

$$Z=Z_p+Y=Z_p+R+e+A \quad (5.1.4)$$

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。

Z_p ——设计洪（潮）水位，m；

R ——设计波浪爬高，m，按《堤防工程设计规范》（GB50286）附录 C 计算；

e ——设计风壅增水高度，m，按 GB50286 附录 C 计算；

A ——安全加高，m，按相关规范的规定执行。

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。其值可根据堤地质、堤身土质及填筑密度等因素分析确定。

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、浆砌石堤、混凝土或钢筋混凝土墙等型式。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。

5.2.2 土堤填筑密实度应满足以下要求：

1 粘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 0.94；2 级和高度超过 6m 的 3 级堤防压实度不应小于 0.92；低于 6m 的 3 级堤防及 3 级以下压实度不应小于 0.90。

2 非粘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。如堤顶兼作城市道路，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，宜在背水坡设置戕台（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 GB 50286 的有关规定。迎水坡应考虑水位骤降的影响，若高水位持续时间较长，背水坡应考虑渗透水压力的影响；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，护坡型式可采用干砌石、浆砌石、混凝土和钢筋混凝土板（块）等传统护坡型式或铰链排、混凝土框格等新型式护坡，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、风浪又较小的堤段的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，宜采用石堤或土石混合堤。土石混合堤在迎水面砌石或抛石，其后填筑土料，土石料之间设置反滤层。

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。防洪墙结构型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、地基整体稳定和抗渗稳定验算，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。无防护措施的，应砌置到冲刷线以下 0.5m，在季节性冻土地区，应砌置到冻结深度以下。

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型式确定。钢筋混凝土墙体缝距可采用 15~20m，混凝土及浆砌石墙体缝距可采用 10~15m。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）不能满足防洪要求时，应进行加固、改建或扩建，并应符合下列要求：

1 堤防（防洪墙）的加高加固方案，应在抗滑稳定、渗透稳定及断面强度验算安全的基础上，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或建挡土墙的方式加高。

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近的土料，当土料特性差别较大时，应增设过渡

层（段）。扩建选用土料的填筑标准，按本标准执行，原堤身填筑标准不满足本标准要求的，应与加固。

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。

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，多沙江河淤积严重的堤防上的穿堤建筑物的设计，应考虑设计使用年限内江河淤积的影响。

5.3.2 穿堤涵洞和涵闸应满足以下要求：

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 15~30m 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。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、出口与洞身连接处可做成圆弧形、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 8~12m。位于软土地基上且洞身较长时，应考虑纵向变形的影响。

8 涵洞（闸）工作桥桥面高程应不低于江河设计水位加波浪高和安全超高，并满足闸门检修要求。

5.3.3 防洪堤防（墙）与道路交叉处，路面低于河道设计水位时宜设置交通闸。交通闸应满足以下要求：

1 闸址应根据交通要求，考虑地形、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、抗倾以及渗流稳定的要求。

3 闸孔尺寸应根据交通运输、闸门型式、防洪要求等因素确定。底板高程应在满足道路交通要求的前提下予以抬高。

4 交通闸应设闸门控制。闸门型式和启闭设施，应根据交通闸的具体情况选择：

1) 闸前水深较大、孔径较小，关门次数相对较多的交通闸宜用一字形闸门。

2) 闸前水深较大、孔径也较大，关门次数相对较多的交通闸宜用人字形闸门。

3) 闸前水深较小、孔径较大，关门次数相对较多的交通闸宜用横拉闸门。

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宜用叠梁闸门。

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。

5.4.2 对埋藏较浅的薄层软弱粘土层宜挖除; 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粘土截水槽或其它垂直防渗措施截渗; 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型式; 深厚透水堤基, 可设置粘土、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用表面振动压密或强夯, 对深层可能液化的土层宜用振冲、强夯等方法加密。

6 海堤工程

6.1 一般规定

6.1.1 海堤应根据城市总体规划、城市防洪规划、河口整治规划和滩涂开发利用规划等规划设置。

6.1.2 海堤堤线应根据河流和海岸线变迁规律，海岸、滩涂、岛屿的地形与地质条件、结合现有工程及拟建建筑物的位置，施工条件及征地拆迁、生态与环境保护等因素，经综合比较确定。

6.1.3 海堤工程的型式应按照因地制宜、就地取材的原则，根据其重要程度、堤基地质、筑堤材料、水流及波浪特性、施工条件、运用和管理要求、景观、工程造价等因素，经综合技术经济比较确定。堤线较长且沿堤线水较深、波浪和地质等自然条件变化较大时，宜分段选型。不同堤段不同结构型式海堤之间堤身应渐变衔接。

6.2 堤身设计

6.2.1 海堤堤身断面可采用斜坡式、直立式或混合式三种基本型式。风浪较大的堤段宜采用斜坡式断面；中等以下风浪、地基较好的堤段宜采用直立式断面；滩涂较低，风浪较大的堤段，宜采用带有消浪平台的混合式或复坡式断面。

6.2.2 堤顶高程应按公式（6.2.2）计算。波浪爬高与安全加高之和为堤顶超高，1~3 级海堤，其值不应小于 2.0m。

$$Z_P = H_P + R_{F\%} + \Delta H \quad (6.2.2)$$

式中 Z_P ——设计频率的堤顶高程，m；

H_P ——设计频率的高潮位，m；

$R_{F\%}$ ——按设计波浪计算的频率为 $F\%$ 的波浪爬高值，m，允许部分越浪 $F=13$ ，不允许越浪 $F=2$ 。

ΔH ——安全加高值，m，按表 6.2.2 的规定选用。

表 6.2.2 堤顶安全加高值

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

6.2.3 对于允许部分越浪的海堤，堤顶高程按（6.2.2）式计算后，还须进行越浪量计算，允许越浪量 $Q_{允} \leq 0.05m^3/s \cdot m$ ，或采用控制海堤的越浪量不大于海堤允许越浪量的方法确定堤顶高程，重要海堤还应通过模型试验验证。

6.2.4 当海堤堤顶临海侧设有防浪墙且墙体稳定、坚固时，可以防浪墙作为堤顶高程。防浪墙顶高程应高出设计高潮位 $0.5H_{1\%}$ 以上，且应高出设计高潮位 $1.5m \sim 2.0m$ ，其具体取值应根据

波浪大小和海堤等级确定，修建在风向不利、海区开阔、涂面较低地的海堤，或采用斜坡堤型时，应用上限值。

6.2.5 新建海堤堤顶高程应预留沉降超高。地基和堤身沉降量按有关规定计算确定。计算有困难时，各堤段的预留沉降超高可取提高的 10%~20%。

6.2.6 堤顶宽度应依据海堤堤身、堤基结构，结合安全、防汛、管理、施工、交通等要求，按表 6.2.6 的规定选定。

表 6.2.6 海堤工程堤顶宽度

海堤工程级别	1	2	3	4~5
堤顶宽度 (m)	≥7	6~7	4.5~5	不小于 4

6.2.7 堤身边坡应根据海堤等级、堤身结构、堤基、堤高、波浪、筑堤土料、施工及运用条件等，经稳定计算确定。

- 1 迎水坡面按其防护型式，可结合实践经验，按表 6.2.7 的规定选用；
- 2 背水坡采用干砌石、浆砌石和混凝土预制块等材料护坡时，其坡度可参照迎水坡设计，适当趋陡；
- 3 背水坡的土坡边坡，粘性土不应小于 1:2，沙性土不小于 1:2.5；
- 4 堤身高度大于 6m 时，坡面宜设置戗台，宽度不小于 3m。

表 6.2.7 海堤迎水坡设计边坡

护砌型式	设计边坡
混凝土块、抛石护面	不陡于 1:1.5
干砌石护坡	1:2~1:3
浆砌石、混凝土、灌砌石、混凝土护坡	1:2~1:2.5
防护墙	1:0.2~1:0.5 (按挡土墙结构设计)
注：背水坡采用护面的边坡，可参照迎水面边坡设计。	

6.2.8 海堤填筑应密实，堤身土体与混凝土、砌石体之间应设置过渡反滤垫层，并能适应瞬时往返的波浪压力和吸力。

6.2.9 海堤工程防渗体应满足降低堤身浸润线和背水坡的渗流出逸比降的要求，并满足施工和构造的要求。防渗体的尺寸应计算确定，顶部宽度不宜小于 1m，顶部高程应高出设计高潮位 0.5m 以上。

6.2.10 防浪墙结构应坚固、不透水。可采用细骨料混凝土砌石，混凝土、钢筋混凝土和砂浆砌石等结构。防浪墙的迎水侧可做成具有反浪曲面的挑浪墙，其形状和尺寸宜通过试验确定。

6.2.11 海堤堤顶宜铺设路面，路面材料、结构应根据越浪情况、防汛、管理的要求及土质、气象条件等选用，可采用碎石、泥结石、草皮、砌石、混凝土、沥青混凝土等材料。海堤堤顶路面宜与护坡相结合。

6.2.12 堤身护坡的结构、材料应坚固耐久，应因地制宜、就地取材、经济合理、便于施工和维修。

6.2.13 海堤应进行土坡稳定分析计算，软土地基还应进行抗滑稳定、渗透稳定和沉降等计算。防浪墙应进行抗滑、抗倾覆稳定和沉降计算。各种稳定计算所采用的内外水位及荷载组合见表 6.2.13，稳定计算方法执行 GB 50286 相关规定。

表 6.2.13 海堤稳定计算内容、水位及荷载

计算内容	外海潮位 (m)	陆侧水位 (m)	荷载
海堤向外海侧圆弧滑动稳定	①设计低潮位或滩面高程 ②设计高潮位降落到压载平台顶或滩面高程	最高地下水位	自重、荷载重、渗透力
海堤向陆侧圆弧滑动稳定	设计高潮位或台风期大潮平均高潮位	最低地下水位或无水	自重、荷载重、渗透力
防浪墙向外海侧抗滑、抗倾稳定	①设计低潮位或滩面高程 ②设计高潮位降落到压载平台顶或涂面高程	最高地下水位	自重、荷载重、渗透力、 水压力、渗透压力
防浪墙向陆侧抗滑、抗倾稳定	①施工期的高潮位 ②设计高潮位	最低水位或无水	自重、波浪力、水压力、 渗透压力

6.3 堤基处理

6.3.1 海堤工程建于不良地基，基底应力超过地基允许承载力，不满足海堤稳定要求时，应根据堤基不同情况，采取措施进行加固处理。

6.3.2 建于软土地基上的海堤工程，可采用换填砂垫层、铺设土工织物、设镇压平台、排水预压、强夯、爆炸挤淤及振冲碎石桩等措施进行处理。具体措施可根据地基地质条件、建筑物的结构、施工方法、材料来源、加固费用等因素，经过技术经济比较后确定。

6.3.3 厚度不大的浅层软弱粘性土地基，可用换填砂垫层的措施加固处理。砂垫层厚度应保证经扩散后的有效压应力等于或小于下卧土层的允许承载力。也可采用在地面铺设水平垫层（包括砂、碎石排水垫层及土工织物、土工格栅）堆载预压固结法加固地基。

6.3.4 在软粘土层较厚的地基上填筑海堤，可采用填筑镇压平台（又称压载或反压平台）措施处理地基。镇压平台的宽度及厚度，由稳定分析计算确定。堤高较高时，可采用多级镇压平台。

6.3.5 在淤泥层较厚的地基上筑堤时，可铺设土工织物、土工格栅加固处理。土工织物、土工格栅材料的强度、定着长度与堆土及基础地基间的摩擦力等指标，应满足设计要求。

6.3.6 软弱土或淤泥深厚的地基，可采用竖向排水预压固结法加固处理。竖向排水通道材料可采用塑料排水板或袋装砂井，砂源充足且价格低廉时，可采用排水砂井。

6.3.7 淤泥地基，也可采用爆炸挤淤置换法进行地基置换处理。

6.3.8 砂土、碎石土，含水量低于25%的杂填土或粉质土土层地基，可采用强夯法进行加固处理。强夯法的设计参数应通过现场试夯或根据当地经验确定。

6.3.9 砂、粉土或不排水剪强度大于 20kPa 的粘性土和淤泥质土地基，可采用振冲碎石桩加固。

7 河道治理及护岸（滩）工程

7.1 一般规定

7.1.1 治理流经城市的江河河道，应以所在江河整治规划、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。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，必要时以模型试验验证。

7.1.4 桥梁、渡槽等跨河建筑物的设计洪水标准应不低于河道的防洪标准；其轴线宜与河道水流方向正交；河道水面线应考虑建筑物对水位的壅高影响；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，研究河道冲淤变化合河势演变规律，预测河道演变趋势及对河道治理工程的影响。

7.2.2 城市河道中影响水流的障碍物应清除，维护河道应有的泄洪、输沙等功能。

7.2.3 行洪滩地不允许修建永久性的建筑物。结合城市美化，在中水河槽以上的滩地修建交通道路、观景平台时，不得影响河道行洪，不得因此引发河道严重冲淤和较大的河势变化。

7.2.4 在河床或滩地采砂、采石，应严格控制规定的范围和深度开采，停采迹地应进行整理。

7.2.5 河道整治工程堤岸型式、布置应与市政建设相协调，与城市环境美化相协调。

7.2.6 城市河道进行疏浚（挖槽），应适应河势，上、下游平顺衔接，利于河道稳定。

7.2.7 对河道进行裁弯取直、堵汊并流等治理，应有利于改善水流条件，稳定河势，有利于城市建设，缩短防洪堤线，减少险工。

7.2.8 在城市市区冲刷严重影响安全的河（江）岸、海岸、湖岸，应采取护岸措施防护。护岸布置应平顺，不侵占行洪断面，减少对河势的影响，避免抬高洪水位。

7.2.9 护岸型式应根据河流和岸线特性、河岸地质、城市建设、环境景观、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、板桩及桩基承台护岸、顺坝和短丁坝护岸等。

7.2.10 进行护岸稳定分析应考虑下列荷载：

- 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。

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

7.3 坡式护岸

7.3.1 建设场地允许的河段，宜优先选用坡式护岸。可采用抛石、干砌石、浆砌石、混凝土和钢筋混凝土板、预制混凝土块、连锁板块、膜袋混凝土等结构型式。具体护岸型式的选择，应根据流速、波浪、岸坡土质、冻结深度以及场地条件等因素，结合城市建设和景观要求，经技术经济比较选定。当岸坡高度较大时，宜设置戗台及上、下护岸的台阶。

7.3.2 坡式护岸的坡度和厚度，应根据岸坡坡度、岸坡土质、流速、风浪、冰冻、护砌材料和结构型式等因素，经稳定和防冲分析计算确定。

7.3.3 水深较浅、淹没时间不长、非迎流顶冲的岸坡，宜采用草或草与灌木结合型式的生物护岸，草和灌木的品种，根据岸坡土质和当地气候条件选择。

7.3.4 干砌石、浆砌石和抛石护坡材料，应采用坚硬未风化的石料。砌石下应设垫层、反滤层或铺土工织物。

7.3.5 浆砌石、混凝土和钢筋混凝土板等护坡应设置纵向和横向变形缝。

7.3.6 坡式护岸应设置护脚。护脚埋深宜在冲刷线以下 0.5m。若施工困难可采用抛石、石笼、沉排、沉枕等护底防冲措施。重要堤段抛石宜增抛一定数量的备填石。

7.4 墙式护岸

7.4.1 受场地限制或城市建设的需要，可采用墙式护岸。

7.4.2 各护岸段墙式护岸具体的结构型式，应根据河岸的地形地质条件、建筑材料以及施工条件等因素，经技术经济比较选定，可采用衡重式护岸、空心方块及异形方块式护岸或扶壁式护岸等。

7.4.3 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。

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

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

7.4.6 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 护岸高度或结构型式改变处；
- 3 护岸走向改变处；
- 4 地基地质差别较大的分界处。

7.4.7 两道变形缝间的距离：混凝土及浆砌石结构可采用 10~15m，钢筋混凝土结构可采用 15~20m。变形缝宽 2~5cm，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。

7.4.8 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。

7.4.9 墙式护岸应设排水孔，并设置反滤。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。

7.4.10 墙式护岸顶部宽度应根据结构型式和墙顶功能的要求确定，重要的墙式护岸段墙顶应设防护栏和照明装置。

7.5 板桩式及桩基承台式护岸

7.5.1 地基软弱的有港口、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，其型式应根据荷载、地质、岸坡高度以及施工条件等因素，经技术经济比较确定。

7.5.2 板桩宜采用预制钢筋混凝土制成，当护岸较高时，宜采用锚碇式钢筋混凝土板桩。钢筋混凝土板桩可采用矩形断面，厚度经计算确定，但不宜小于 0.15m。宽度根据打桩设备和起重设备能力确定，可采用 0.5~1.0m。

7.5.3 板桩打入地基的深度，应满足板桩墙和护岸整体抗滑稳定要求。

7.5.4 有锚碇结构的板桩，锚碇结构应根据锚碇力、地基土质、施工设备和施工条件等因素确定。

7.5.5 板桩式护岸整体稳定可采用瑞典圆弧滑动法计算，可不考虑切断板桩和拉杆的情况。

7.5.6 桩基承台和台上护岸结构型式，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 顺坝和短丁坝护岸

7.6.1 受水流冲刷、崩塌严重的河岸，可采用顺坝或短丁坝保滩护岸。

7.6.2 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、崩岸和冲刷严重而河道又较宽的河段，可辅以短丁坝群护岸。

7.6.3 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。短丁坝应不引起流势发生较大变化。

7.6.4 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。

7.6.5 顺坝和短丁坝应做好坝头防冲和坝根与岸边的连接。

7.6.6 短丁坝护岸宜成群布置，坝头连线应与河道治导线一致；短丁坝的长度、间距及坝轴线的方向，应根据河势、水流流态及河床冲淤等情况分析计算确定，必要时应以河工模型试

验验证。

7.6.7 丁坝坝头水流紊乱，受冲击力较大，宜采用加大坝顶宽度、放缓边坡、扩大护底范围等措施进行特别加固和防护。

8 治涝工程

8.1 一般规定

- 8.1.1 治涝工程设计，应以城市总体规划和城市防洪规划、城市治涝规划为依据，与城市防洪（潮）工程相结合、与城市排水管网工程相衔接。
- 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，应保护和利用雨水资源，发挥工程的综合效益。
- 8.1.4 治涝工程设计，应节约用地，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）工程总体布局综合考虑，统筹规划，截、排、蓄综合治理。
- 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 具有滞、蓄、排涝作用的现有湖泊、洼地、河道、沟渠等水域应予保留。
- 8.2.4 城区有外水汇入时，应结合防洪工程布局，根据地形、水系开挖撇洪工程，将外水导至城区下游。
- 8.2.5 排涝工程布局应自排与抽排相结合，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，宜保持原河道的自然风貌和功能，并为改善沿河两岸的生态与环境创造条件。
- 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 排涝泵站

8.4.1 排涝泵站的规模，应根据城市排涝规划，按照近期与远期、自排与抽排、排涝与灌溉相结合等，经综合分析确定。

8.4.2 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。。

8.4.3 排涝泵站的布置，应根据泵站功能和运用要求进行，单一排涝任务的泵站可采用正向进水和正向出水的方式，有排涝、灌溉、供水要求的，宜采用排、灌、供结合的类型。

1 泵站引渠的线路，应根据选定的取水口及泵房位置，结合地形地质条件布置。引渠与进水前池，应水流顺畅、流速均匀、池内无涡流。

2 泵站进出水流道型式，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。

3 出水池的位置应结合站址、管线的位置，选择在地形条件好、地基坚实稳定、渗透性小、工程量小的地点。

4 泵房外出水管道的布置，应根据泵站总体布置要求，结合地形、地质条件确定。

8.4.4 泵站应做好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施，在低水侧结合前池布置排水设施；在左右两侧应结合两岸联接结构设置防渗刺墙、板桩等，增加侧向防渗长度。

8.4.5 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得低于设计或校核水位加安全超高。

9 防洪闸

9.1 一般规定

9.1.1 城市防洪工程中的泄洪闸、分洪闸、拦洪闸、排涝闸和防潮闸，以及兼有城市防洪功能的其它水闸的设计，应符合本标准的有关规定。

9.1.2 在有通航或其它功能要求的河道修建防洪闸，除满足防洪要求外，还应符合航运等有关部门的要求。

9.2 闸址和闸线的选择

9.2.1 闸址应根据其功能和运用要求，综合分析地形、地质、水流、泥沙、潮汐、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，经技术经济比较选定。

9.2.2 闸址应选择在水流流态平顺，河床、岸坡稳定的河段。泄洪闸、排涝闸宜选在河段顺直或截弯取直的地点；分洪闸应选在被保护城市上游，河岸基本稳定的弯道凹岸顶点稍偏下游处或直段。

9.2.3 闸址地基应地层均匀、压缩性小、承载力大、抗渗稳定性好，有地质缺陷、不满足设计要求的地基应进行加固处理。

9.2.4 泄洪闸的轴线宜与河道中心线正交，其上、下游河道的直段长度不宜小于水闸进口处设计水位水面宽度的 5 倍。

9.2.5 分洪闸的中心线与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。

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

9.2.7 防潮闸闸址宜选在河道入海口处的直线段，其轴线宜与河道水流方向垂直。

9.2.8 水流流态、泥沙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。

9.3 总体布置

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

9.3.2 防洪闸的型式，应根据其功能和运用要求，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，且无通航排漂要求的闸，可采用胸墙式，对多泥沙河流宜留有排沙孔。

9.3.3 防洪闸底板或闸坎高程，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。

9.3.4 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。

9.3.5 闸孔的数量及单孔净宽，应根据防洪闸使用功能、闸门型式、施工条件等因素确定。

闸的孔数较少时，宜用单数孔。

9.3.6 防洪闸的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）与安全超高之和；挡水时应不低于正常蓄水位（或最高挡水位）加波浪计算高度与相应安全超高之和。还应考虑以下因素，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。

9.3.7 防洪闸与两岸的连接，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、交通和检修要求，修建交通和检修桥。

9.3.8 防洪闸上、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 $7^{\circ} \sim 12^{\circ}$

9.3.9 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 15~20m，建筑在松软地基上的翼墙分段长度可适当减短。

9.3.10 闸门和启闭机设计，应安全可靠、运转灵活、维修方便、可动水启闭，并有较先进的控制设施。

9.3.11 防渗排水设施的布置，应根据闸地质条件、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。

9.3.12 防洪闸上、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。

9.3.13 消能防冲型式，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。

9.3.14 护坦、消力池、海漫、防冲槽等的设计应按水力计算确定。

9.4 防潮闸

9.4.1 防潮闸闸址，应根据河口河道和海岸（滩）水流、泥沙情况，冲淤特性、地质条件等，多方面分析研究选择。重要的防潮闸，必要时应进行模型试验检验。

9.4.2 防潮闸通常具有防洪和挡潮双重功能。防潮闸的泄流能力应按偏于不利的潮位，依据 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。

9.4.3 防潮闸设计应重视闸的感潮启闭的运行特性，对多孔水闸，闸门启闭应采用对称、逐级、均步启闭方式。

9.4.4 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。

9.4.5 防潮闸地基为高压缩、松软的地层时，应视基础情况采用换基、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。

9.4.6 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。

9.5 水力计算

9.5.1 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。

9.5.2 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。

9.5.3 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。

9.6 结构与地基计算

9.6.1 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规范的规定。

9.6.2 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。

9.6.3 防潮闸应采取分层综合法计算其最终沉降量。

9.6.4 防洪闸应避免建在软硬不同地基或地层断裂带上，确难避开的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 防治山洪工程设计，应根据山洪沟的地形、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、谷坊、跌水、陡坡、撇洪沟、截流沟、排洪渠道等工程措施与植被修复等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，集中治理和连续治理相结合，提高防治效果。

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 排洪渠道、截流沟宜进行护砌。

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，可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，可采用跌水和陡坡等构筑物调整。纵坡陡于 1:4 时，宜采用跌水；纵坡为 1:4~1:20 时，宜采用陡坡。

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，可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。

当 $B/H < 2.0$ 时， $L = 2.5H$ ；

当 $2 \leq B/H < 2.5$ 时， $L = 3.0H$ ；

当 $2.5 \leq B/H < 3.5$ 时， $L = 3.5H$ ；

当 $B/H \geq 3.5$ 时， L 宜适当加长。

2 出口导流翼墙的单侧平面扩散角，可取 $10^\circ \sim 15^\circ$ 。

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，宜采用单级跌水，跌水跌差大于 5m 时，宜采用多级跌水。多级跌水可根据地形、地质条件，采用连续或不连续的类型。

10.2.6 陡坡段平面布置应力求顺直，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、土壤性质、跌差及流量大小确定，可取 1:2.5~1:5，岩基可取 1:1，且应考虑地基土壤的稳定，符合公式（10.2.7）关系式：

$$tg\delta \leq tg\alpha \quad (10.2.7)$$

式中 δ ——陡坡与水平面的夹角；

α ——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 当陡坡的流速较大时，其护底可人工加糙减蚀或台阶式，加糙或台阶式形式及其尺寸可参照类似工程分析确定。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 山洪沟整治，可利用谷坊截留泥沙、消减洪峰、防止沟床下切。

10.3.2 谷坊型式应根据沟道地形、地质、洪水、当地材料、谷坊高度、谷坊失事后可能造成损失的程度等条件比选，可采用土石谷坊、砌石谷坊、铅丝石笼谷坊、混凝土谷坊等。

10.3.3 谷坊位置应选在沟谷宽敞段下游窄口处，山洪沟道冲刷段较长的，可顺沟道由上到下设置多处谷坊。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、稳定坡降、谷坊间距等确定。谷坊高度以 1.5m～4m 为宜，如高于 5m，应按塘坝要求进行设计。

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，可按公式 (10.3.6) 计算：

$$L = \frac{h}{J - J_0} \quad (10.3.6)$$

式中 L —谷坊间距，m；

h —谷坊高度，m；

J —沟床天然坡降；

J_0 —沟床稳定坡降。

10.3.6 谷坊应建在坚实的地基上。对于岩基应清除表层风化岩；对于土基埋深不得小于 1m，并应验算地基处承载力。

10.3.7 铅丝石笼、浆砌石和混凝土等型式谷坊，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，应做好两侧沟岸的防护。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。

10.3.9 土石谷坊，不得在顶部溢流，宜在坚实沟岸开挖溢流口或在谷坊底部设泄流孔，并应做好基础处理。

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全部或部分洪水撇向城市下游。

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或降低。

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

10.4.4 撇洪沟的设计流量应根据山洪特性和撇洪沟的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）将其余部分排入容泄区或原沟道。

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治理标准一致，设计洪峰流量可采用小流域洪水的计算方法推求。

10.4.7 截流沟宜沿保护地区上部边缘等高线布置。应选择最短路线或利用天然河道就近导入容泄区。

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 5~20 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 3~4 倍。

10.5.5 排洪明渠的安全超高可按有关标准的规定采用。在弯曲段凹岸应考虑水位壅高的影响。

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

10.5.7 排洪明渠弯曲段的轴线弯曲半径，不应小于按公式（10.5.7）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。

$$R_{\min} = 1.1v^2\sqrt{A} + 12 \quad (10.5.7)$$

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， m^2 。

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。

- 10.5.9 排洪渠道进口处宜设置拦截山洪泥砂的沉沙池。
- 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~100m。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，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。

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 (m^3/s)	年平均单位面积物质冲出量 (m^3/km^2)	破坏作用
1	大型(严重)	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 18 (kN/m^3)	>200	>5	以冲击和淤埋为主，危害严重，破坏强烈，可淤埋整个村镇或部分区域，治理困难
2	中型(中等)	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 $\gamma_c=16\sim18$ (kN/m^3)	$200\sim50$	$5\sim1$	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
3	小型(轻微)	沟岸有零星滑坍，有部分沟床质	稀性或黏性容重 $\gamma_c=14\sim16$ (kN/m^3)	<50	<1	以冲刷和淹没为主，破坏作用较小，治理容易

11.1.2 泥石流防治工程设计标准，应根据泥石流作用强度选定。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级别和确定设计参数。

11.1.4 泥石流流量计算，宜采用配方法和形态调查法，两种方法应互相验证。也可采用地方经验公式。

11.1.5 城市防治泥石流，应根据泥石流特点和规模，制定泥石流防治规划，建设工程体系、生物体系、预警预报体系相协调的综合防治体系。

11.1.6 设计泥石流防治工程，应预测可能发生的泥石流流量、流速及总量，沿途沉积过程，并考虑冲击力及摩擦力对建筑物的影响。

11.1.7 泥石流防治，应根据泥石流特点和当地条件，采用综合治理措施。在泥石流上游宜采用生物措施和截流沟、小水库调蓄径流，泥沙补给区宜采用固沙措施，中下游宜采用拦截、停淤措施；通过市区段宜修建排导沟。

11.1.8 城市泥石流防治应以预防为主，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，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，应根据地形、地质条件和泥石流的规模等因素经综合分析确定。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沟谷宽敞段下游卡口处，可单级或多级设置。多级坝坝间距可根据回淤坡度确定。

11.2.3 拦挡坝的坝高和库容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，其坝高宜使淤积后的沟床宽度相当于原沟床宽度的两倍以上。

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、泥石流性质和规模以及土壤冻结深度等因素确定。

11.2.5 拦挡坝的泄水口应有较好的整体性和抗磨性，坝体应设排水孔。

11.2.6 拦挡坝稳定计算，其稳定系数应符合本标准表 2.4.1 中基本荷载组合的规定。验算冲击力作用下的稳定性，其稳定系数应符合本标准表 2.4.1 中特殊荷载组合的规定。

11.2.7 拦挡坝下游应设消能设施，可采用消力槛，其高度应高出沟床 0.5~1.0m，消力池长度可取坝高的 2~4 倍。

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

$$D = (1.4 \sim 2.0) d \quad (11.2.8)$$

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、地面开阔的沟口扇形地带，并利用拦挡坝和导流堤引导泥石流在不同部位落淤。停淤场应有较大的场地，使一次泥石流的淤积量不小于总量的 50%，设计年限内的总淤积高度不宜超过 5~10m。

11.3.2 停淤场内的拦挡坝和导流坝的布置，应根据泥石流规模、地形等条件确定。

11.3.3 拦挡坝的高度宜为 1~3m。坝体可直接利用泥石流冲积物。对冲刷严重或受泥石流直接冲击的坝，宜采用混凝土、浆砌石、铅丝石笼护面。坝体应设溢流口排泄泥水。

11.4 排导沟

11.4.1 排导沟宜布置在沟道顺直、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 排导沟进口可利用天然沟岸，也可设置八字型导流堤，其单侧平面收缩角宜为 $10^\circ \sim 15^\circ$ 。

11.4.3 排导沟以窄深为宜，坡度宜较大，其宽度可参照天然流通段沟槽宽度确定，沟口应避免洪水倒灌和受堆积场淤积的影响。

11.4.4 排导沟设计深度可按公式（11.4.4）计算，沟口还应计算扇形体的堆高及对排导沟

的影响。

$$H=H_c+H_t+\Delta H \quad (11.4.4)$$

式中 H ——排导沟设计深度，m；

H_c ——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；

H_t ——泥石流淤积高度，m；

ΔH ——安全超高，m，采用相关标准的数值，在弯曲段另加由于弯曲而引起的壅高值。

11.4.5 城市泥石流排导沟的侧壁应护砌，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

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，提出观测、交通、通信、抢险、生产管理和生活设施，进行防汛指挥调度系统设计，编制防洪调度运行管理规定，以及测算年运行管理费等。

12.1.2 城市防洪工程管理范围和保护范围，应根据城市的自然地理条件、土地开发利用情况、工程运行需要及当地人民政府的规定划定。

12.1.3 城市防洪工程设计，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设施及必要的观测和监测设施。

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 城市防洪工程管理设施、防汛指挥调度系统等应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

12.2 管理体制

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

12.2.2 城市防洪工程设计应根据防洪工程特点、规模、管理单位性质确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 防洪调度

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情况，运用防洪系统的工程措施和非工程措施，有规则有计划地进行洪水调度安排。

12.3.2 城市防洪工程的调度原则应符合流域（区域）防洪体系的洪水调度原则。

12.3.3 城市防洪工程各单项工程的运用原则应根据其任务、参数、指标确定。

12.3.4 防汛指挥调度系统应包括城市防洪调度预案、信息采集系统、通信系统、计算机网络系统和决策支持系统等。

12.3.5 城市防洪调度，应根据流域防洪规划、区域防洪规划、城市防洪总体规划，结合防洪工程的实际情况编制城市防洪调度预案和超标准洪水调度预案。

12.3.6 信息采集、通信系统、计算机网络系统和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。

12.3.7 防汛指挥调度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。

12.4 年运行管理费测算

12.4.1 城市防洪工程管理设计，应在工程总体经济评价的基础上，提出工程初期运行和正常运行期间所需要的年运行管理费用。

12.4.2 测算城市防洪工程年运行管理费的工程项目，应包括主体工程、配套工程及其附属

设施和管理单位生产、生活用房屋建筑工程。

12.4.3 城市防洪工程的年运行管理费主要包括以下内容：

- 1 工资及福利费，主要包括基本工资、补助工资及劳保福利费等；
- 2 材料、燃料及动力费，主要包括消耗的原材料、辅助材料、备品备件、燃料及动力费；
- 3 工程维修费，主要包括主体工程及其附属工程的岁修费、养护费、检修费及防汛抢险经费等；
- 4 其他直接费，主要包括技术开发费、监测费、试验费等；
- 5 管理费，主要包括办公费、旅差费、邮电费、水电费、会议费、采暖费、房屋修缮费及工会经费等。

12.4.4 工程年运行管理费的计算原则和方法，应遵照现行的 SL 72 有关规定执行，并应符合国家现行的财务会计制度规定。

12.4.5 城市防洪工程管理设计应根据国家有关法律法规规定，与城市政府相关部门密切配合，明确年运行管理费资金来源。

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 城市防洪工程的环境影响评价，应根据国务院发布的《建设项目环境保护管理条例》及国家环保总局发布的《建设项目环境保护分类管理名录》要求，编制环境影响报告书或环境影响报告表。

13.1.2 城市防洪工程对环境的影响，应依据《中华人民共和国环境影响评价法》、《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T88-2003)，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，应包括下述内容：

- 1 对河道、河滩及湿地的影响；
- 2 对城市排水管网的影响；
- 3 对城市现有的交通等基础设施的影响。

13.1.4 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或环境影响报告表的批复意见进行。

13.1.5 环境保护投资概算，应按现行有关规定编制，包括环境保护措施投资、环境监测措施投资、仪器设备及安装投资、环境保护临时措施投资、独立费用、预备费和建设期还贷利息等。

13.2 水土保持设计

13.2.1 城市防洪工程应依据《开发建设项目水土保持方案技术规范》(SL 204)进行水土保持设计。

13.2.2 城市防洪工程的水土保持措施应符合城市建设的要求，与城市绿化、美化相结合，生物措施应与园林景观相协调。

13.2.3 根据《水土保持开发建设工程概（估）算编制规定》(水总[2003]67号文)和《水土保持工程概算定额》编制水土保持投资概（估）算。

本标准用词说明

执行本标准时，标准用词应遵守下表规定。

本标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允许
不必	不需要、不要求	

中华人民共和国国家标准
城市防洪工程设计标准

GB 50xxx-xxxx

条 文 说 明

1 总 则

1.0.1 洪灾，包括由江河洪水、山洪、泥石流等引发的灾害，是威胁人类生命财产的自然灾害，给城市造成的经济损失尤为严重；城市涝灾多由暴雨形成，涝洪灾害常相伴发生。涝水形成时，往往洪峰流量也较大，城区外河水位高，涝水排泄不畅，造成路面受淹、低洼地带积水、交通中断，给人民生活造成极大不便，甚至造成较大经济损失；沿海和河口城市地势低洼又经济发达，受海潮的威胁，特别是遇台风，台风往往带来狂风、大浪、暴潮和暴雨，引起的风灾、潮灾及洪、涝灾害惨重，有时甚至是毁灭性的，潮水顶托更加剧洪涝灾害。城市是地区政治、经济、文化、交通的中心，是流域防洪的重点，为了更有效地减轻洪涝潮水灾害损失，提高城市抵御洪涝潮灾害的能力，指导城市防洪潮建设，特制定本规范。

1.0.2 根据《中华人民共和国城市规划法》的规定，城市，是指国家按行政建制设立的直辖市、市、镇。根据《中华人民共和国国家标准城市规划基本术语标准》(GB/T 50280—98)规定，城市（城镇）是以非农业和非农业人口聚集为主要特征的居民点。包括按国家行政建制设立的市和镇。市是经国家批准设市建制的行政地域，是中央直辖市、省直辖市和地辖市的统称，市按人口规模又分为大城市、中等城市和小城市；镇是经国家批准设镇建的行政地域，包括县人民政府所在地的建制镇和县以下的建制镇；市域是城市行政管辖的全部地域。

本规范中城市防洪工程指为防治江河洪水、涝水、海潮、山洪、泥石流等自然灾害所造成的损失而修建的水工程。

水利工程设计一般分为规划、项目建议书、可行性研究、初步设计等阶段，本规范主要根据城市防洪工程设计的特点对城市防洪工程规划设计内容做出规定，可适用于各个设计阶段，各设计阶段具体的设计深度、精度应符合相应设计阶段报告编制规程要求。

国务院国有资产监督管理委员会办公厅国资厅评价函〔2003〕327号文规定，在财务统计工作中执行新的企业规模划分标准，见表1。表中的“工业企业”包括采矿业，制造业，电力、燃气及水的生产和供应业的企业；工业企业的销售额以现行统计制度中的年产品销售收入代替；建筑业企业的销售额以现行统计制度中的年工程结算收入代替；批发和零售业的销售额以现行报表制度中的年销售额代替；交通运输和邮政业、住宿和餐饮业企业的销售额以现行统计制度中的年营业收入代替；资产总额以现行统计制度中的资产合计代替；大型和中型企业须同时满足表中所列各项条件的下限指标，否则下划一档。

表 1 统计上大中小型企业划分标准

行业名称	指标名称	计算单位	大型	中型	小型
工业企业	从业人员数	人	2000 及以上	300-2000 以下	300 以下
	销售额	万元	30000 及以上	3000-30000 以下	3000 以下
	资产总额	万元	40000 及以上	4000-40000 以下	4000 以下
建筑业企业	从业人员数	人	3000 及以上	600-3000 以下	600 以下
	销售额	万元	30000 及以上	3000-30000 以下	3000 以下
	资产总额	万元	40000 及以上	4000-40000 以下	4000 以下
批发业企业	从业人员数	人	200 及以上	100-200 以下	100 以下
	销售额	万元	30000 及以上	3000-30000 以下	3000 以下
零售业企业	从业人员数	人	500 及以上	100-500 以下	100 以下
	销售额	万元	15000 及以上	1000-15000 以下	1000 以下
交通运输业企业	从业人员数	人	3000 及以上	500-3000 以下	500 以下
	销售额	万元	30000 及以上	3000-30000 以下	3000 以下
邮政业企业	从业人员数	人	1000 及以上	400-1000 以下	400 以下
	销售额	万元	30000 及以上	3000-30000 以下	3000 以下
住宿和餐饮业企业	从业人员数	人	800 及以上	400-800 以下	400 以下
	销售额	万元	15000 及以上	3000-15000 以下	3000 以下

1.0.3 基本沿用 CJJ50—92 第 1.0.3 条的规定。城市防洪规划是江河流域防洪规划的一部分，而且是流域防洪规划的重点。根据《中华人民共和国防洪法》，区域防洪规划应当服从所在流域的流域防洪规划，防洪规划是江河、湖泊治理和防洪工程建设的基本依据。有些城市，必须依赖于流域性的洪水调度才能确保城市的防洪安全，所以本条做此规定。随着我国社会经济的发展，城市化程度不断提高、城市规模在迅速扩大，城市市政建设日新月异，因此城市防洪工程建设一方面要充分考虑城市近远期发展，为城市可持续发展留出空间，另一方面要与城市发展、市政建设相结合、相协调，与生态环境想协调，考虑技术可行、投资经济、方便人们生活、美化人们生存环境与空间，提高生活质量，所以城市防洪工程规划设计，必须以流域规划为依据，全面规划、综合治理。

1.0.4 本条为新增内容。基本资料是设计的基础和依据，必须十分重视基本资料的收集、整理和分析工作。不同的设计阶段对基本资料的范围、精度要求不同，选用的基本资料应准确可靠，符合设计阶段深度要求。

1.0.5 基本沿用 CJJ50—92 第 1.0.4 条的规定。本条是根据《中华人民共和国河道管理条例》第 11、16 条的规定制定的，制定本条的目的是为确保河道行洪能力，保持河势稳定和维护堤防安全。

1.0.6 本条为新增内容。我国地域辽阔，人口众多，城市分布于平原滨海区和山区，由于所处地域的差异，所受洪灾也有不同，平原区易于洪涝相交，积涝成灾；滨海区除受洪涝灾害威胁外，风暴潮灾不容忽视；山区城市防洪安全受山洪、泥石流双重威胁，因此，不同地域

的城市应分析本城市的灾害特点，在防御江河洪水灾害的同时，对可能产生的涝、潮、山洪、泥石流灾害有所侧重，有的放矢，取得最佳效果。

1.0.7 本条为新增内容。本条是根据沿海城市与河口城市防洪设施普遍存在地面沉降影响防洪设施安全的实际情况制定的。地面沉降，导致防洪设施顶部标高降低，从而降低抗洪能力的情况是屡见不鲜的。上海黄浦江、苏州河防洪墙几次加高，一个重要原因，就是为了弥补因地面沉降造成防洪标准的降低而进行的。地面沉降还会引起防洪设施发生裂缝、倾斜甚至倾倒，完全失去抗洪能力。所以，在地面沉降地区修建防洪设施要充分考虑地面沉降的影响，并采取必要的处理措施，满足地基基础规范要求。

我国三北地区（东北、西北、华北），属于季节冻土及多年冻土地区，水工建筑物冻害现象十分普遍和严重。黄河、松花江等江河中下游还存在凌汛灾害。上述地区城市防洪工程设计，可参考有关抗冻胀和防凌汛破坏规范、规定的要求，采用必要的防护措施。

1.0.9 基本沿用 CJJ50—92 第 1.0.5 条的规定。将原规范“重要城市的防洪工程设计在可行性研究阶段，应参照现行《水利建设项目经济评价规范》（SL72）进行经济评价，其内容可适当简化”修改为“城市防洪工程设计应按照有关规范要求，进行经济分析”。经济分析是从经济上对工程方案的合理性与可行性进行评价，为工程方案择优提供科学依据，是研究城市防洪工程建设是否可行的前提。

1.0.10 本规范具有综合性特点，专业范围广，涉及的市政设施多，本规范对城市防洪设计中所涉及的问题作了全面、概括、原则的论述，其目的是在城市防洪设计中统筹考虑，相互协调，全面配合，既保证城市防洪安全，又避免相互矛盾和干扰，满足各部门要求。对有些专业规范，我们作了必要的搭接，其它更多的专业规范，就不再赘述，应按有关专业规范要求执行。

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 本条是在 CJJ50—92 第 2.1.1 条基础上制订的。在我国 660 余座建制市中，639 座有防洪任务，占 96.67%，达到国家防洪标准的只有 236 个。洪水对城市的危害程度与城市人口数量密切相关，人口越多洪水危害越大。

在《中华人民共和国城市规划法》中规定，大城市是指市区和近郊区非农业人口 50 万以上的城市；中等城市是指市区和近郊区非农业人口 20 万以上、不满 50 万的城市；小城市是指市区和近郊区非农业人口不满 20 万的城市。

目前我国城市化速度加快，超过 50 万人口的城市较多，根据第五次人口普查结果，我国城市人口在 200 万以上的城市有 12 个，即北京市、上海市、天津市、辽宁省沈阳市、吉林省长春市、黑龙江省哈尔滨市、江苏省南京市、湖北省武汉市、广东省广州市、重庆市、四川省成都市、陕西省西安市；人口在 100 万～200 万的城市有 22 个，即河北省石家庄市、河北省唐山市、山西省太原市、内蒙包头市、辽宁省大连市、辽宁省鞍山市、辽宁省抚顺市、吉林省吉林市、黑龙江省齐齐哈尔市、江苏省徐州市、浙江省杭州市、福建省福州市、江西省南昌市、山东省济南市、山东省青岛市、山东省淄博市、河南省郑州市、湖南省长沙市、贵州省贵阳市、云南省昆明市、甘肃省兰州市、新疆乌鲁木齐市；人口在 50 万～100 万的城市则共有 47 个；人口在 20 万～50 万的城市则更多，共有 113 个。考虑到我国城市的发展，原来的防洪标准已不适应，如果仍按原规范的 4 个城市等级，大于 150 万人口的城市不论是首都、直辖市、省会城市，不论其防洪重要性如何均为一等城市，同属一个标准，显然这是不合理的。

城市防洪标准，不仅与城市的重要程度、城市人口有关，还与城市防洪工程在城市中的影响和作用有关。有的山区、丘陵区城市重要性大、人口多，但由于具体城市的自然条件因素，许多重要的基础设施、厂矿企业、学校及城市人口并不受常遇江河洪水威胁，此时笼统用城市人口套城市等别套较高城市防洪标准，就很不经济，并可能影响城市人文景观给城市人民生活造成不便。

综上所述，本次“城市防洪工程设计规范”中，将表 2.1.1 中的城市等别改为城市防洪工程等别，并根据城市防洪工程保护范围内城市的社会经济地位的重要程度和防洪保护区内的人口数量划分为五等，由城市防洪工程等别确定城市防洪工程的防洪设计标准，避开城市等别问题。以其改变由城市的重要程度、城市人口使城市防洪工程标准过高问题。

在现代城市居住的人口有非农业人口、农业人口、还有外来人口，在不少城市中外来常住人口占有一定的比例，因此，本规范将原规范的非农业人口改为常住人口。

2.1.2 城市防洪工程的防御目标包括江河洪水、山洪、泥石流、海潮和涝水。

城市防洪工程的防洪设计标准是指采用防洪工程措施和非工程措施后，具有的防御江河

洪水的能力。表 2.1.2 中的防洪设计标准，主要是参考我国城市现有的或规划的防洪标准，并考虑我国的国民经济能力等因素确定。考虑到山洪和泥石流对城市造成的灾害，往往是局部的，因此采用略低于防御江河洪水的标准。

城市防洪设计标准的表述：一个城市若受多条江河洪水威胁时，可能有多个防洪标准，但表达城市防洪设计标准时应采用防御城市主要外河洪水的设计标准，同时还要说明其他的防洪（潮）设计标准。例如，上海防御黄浦江洪水的防洪标准为 200 年，防潮标准为 200 年一遇潮位加 12 级台风；武汉防长江洪水的防洪标准为 100 年一遇，防城区小河洪水的防洪标准约为 10~20 年一遇。

防洪设计标准上、下限的选用，应考虑受灾后造成的社会影响、经济损失、抢险难易等因素，酌情选取。当城市地形平坦、排洪有困难时，山洪和泥石流的防御标准可适当降低。

城市治涝设计标准是本次《城市防洪设计规范》新增的内容。城市涝水指由城区降雨而形成的地表径流，一般由城市排水工程排除。城市排水工程的规模、管网布设、管理一般是由市政部门负责。城市防洪工程所涉及到的治涝工程，应是承接城市排水管网出流的承泄工程，包括排涝河道、行洪河道、低洼承泄区等。

对城市防洪工程而言，为涝水的排除留有适当余地是十分必要的。

“治涝”措施主要采取截、排、滞，即：拦截排涝区域外部的径流使其不进入本区域；将区内涝水汇集起来排到区外；充分利用区内湖泊、洼淀临时滞蓄涝水。

治涝设计标准表达方式有两种，一种以消除一定频率的涝灾为设计标准，通常以排除一定重现期的暴雨所产生的径流作为治涝工程的设计标准；另一种则以历史上发生涝灾比较严重的某年实际发生的暴雨作为治涝标准。

城市治涝设计标准应与城市政治、经济地位相协调。目前，我国一些城市的治涝设计标准基本在 5~20 年一遇，北京市和南京市的治涝设计标准为 20 年一遇，上海市治涝设计标准为 20 年一遇 24 小时 200mm 雨量随时排除；杭州市建成区 20 年一遇 24 小时暴雨当天排干，宁波市市内排涝 20 年一遇 24 小时暴雨 1 日排干；广东地级市治涝设计暴雨重现期 10~20 年一遇，县级市 10 年一遇，城市及菜地排水标准 24 小时暴雨 1 天路、地面水排干。天津市规划治涝设计标准为 20 年一遇。福州市治涝设计标准 5 年一遇内涝洪水内河不漫溢；武汉市的治涝设计标准为 3~5 年一遇。

城市的治涝设计标准应根据城市的具体条件，经技术经济比较确定。同一城市中，重要干道、重要地区或积水后可能造成严重不良后果的地区，治涝设计标准（重现期）可高些，一些次要地区或排水条件好的地区，重现期也可适当低些。

2.1.3 基本沿用 CJJ50—92 第 2.1.3 条的规定。我国幅员辽阔，各城市的自然、经济条件相差较大，不可能把各类城市的防洪工程的防洪标准全规定下来，应根据需要与可能，结合城市防洪保护区的具体情况，经技术经济比较论证，可适当提高或降低其标准，但应报上级主管部门批准。由于投资所限，城市防洪工程的防洪标准不能一步到位时，可分期实施。

2.1.4 基本沿用 CJJ50—92 第 2.1.4 条的规定。当城市分布在河流两岸或城市被河流分隔成多个片区时，城市防洪工程可分区修建。各分区城市防洪工程可根据其防洪保护区的重要性选取不同的工程等级与设计标准，这样，使必须采用较高防洪设计标准的防护区得到应有的安全保证，同时也不致因局部重要地区而提高整个城市的防洪设计标准，以节省投资。

2.1.5 本条为新增内容。我国目前对设计排涝标准的表述没有统一规定，参照《灌溉与排水工程设计规范》（GB50288—99）和上述各城市排涝标准的表述方式，本规范以城区发生一定重现期的暴雨，城区不受淹作为排涝设计标准。排涝设计标准除应规定一定重现期的设计暴雨外，还应规定暴雨历时和排除时间。本条规定确定设计暴雨历时和排除时间的原则。一般情况，城市都是以 24 小时降雨 24 小时排干，郊区设计暴雨历时可选择 1~3 天，涝水排除时间根据农作物的种类及耐淹能力确定。

2.1.6 基本沿用 CJJ50—92 第 2.1.5 条的规定。

2.1.7 本条是参照《堤防工程设计规范》（GB50286—98）第 1.0.7 条制定的。是对地震烈度 7 度及其以上地区的城市防洪工程抗震设防措施的限定规定。根据我国国情，从实际出发，只能对特别重要的城市防洪工程，经上级主管部门批准，方可进行抗震设防设计。

2.2 防洪建筑物级别

2.2.1 基本沿用 CJJ50—92 第 2.2.1 条的规定。仅将原规范的“城市等别”修改为“城市防洪工程等别”。城市防洪建筑物系防洪工程中的所有建筑物的总称，主要是堤防、防洪闸、穿堤建筑物和穿越江河的交叉建筑物。另外，还包括水、电、气、热、交通干线等与城市人民生活有关的生命线工程。

确定城市防洪建筑物的级别主要根据城市防洪工程的等别和建筑物的重要性而定，根据具体情况本规范防洪建筑物改分为五级。

2.2.2 本条为新增的内容。穿堤建筑物与堤防同时挡水，一旦失事修复困难，加固也很不容易；拦河建筑物两岸联结建筑物也建在堤防上，同样存在加固、修复困难的问题，因此规定拦河建筑物、穿堤建筑物级别不低于堤防级别，可根据其规模和重要性确定等于或高于堤防本身的级别。

2.2.2 本条为新增的内容。是参照《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252—2000）第 2.2.5 条制定的。拦河建筑物和穿堤建筑物与堤防同起挡水作用，且一旦失事修复困难，因此规定其级别不低于堤防级别，可以根据拦河建筑物和穿堤建筑物的规模及重要性确定等于或高于堤防本身的级别。

2.2.3 本条为新增的内容。因为防洪建筑物的安全超高和稳定安全系数在各单项工程相应的设计规范中均有详细规定，所以本规范取消了原规范中 2.3、2.4 节内容，代之以“城市防洪工程建筑物的安全超高和稳定安全系数应按有关专业规范的规定执行，有特殊要求时，经论证可适当提高或降低”。

3 设计洪水、设计涝水和设计潮水位

3.1 设计洪水

3.1.1 本章是在 CJJ50—92 第 4 章规定的基础上制定的。本条基本沿用 CJJ50—92 第 4.1.1 条的规定。本规范所称的设计洪水是指城市防洪工程规划、设计中江河、山沟设计断面所指定标准的洪水，根据城市防洪工程设计需要可分别计算设计洪峰流量、时段洪量及洪水过程线。城市江河具有一定的长度，应选定一个控制断面作为设计断面进行设计洪水计算。城市防洪建筑物主要是洪峰流量（反映在水位）起控制作用。鉴于洪水位受河道断面的影响，一般采用先计算设计洪水流量再用水位流量关系法或推水面线的方法确定设计洪水位，不宜通过洪水位频率曲线外延推求稀遇标准的设计洪水位，因此，删除了原规范中有关用频率分析方法计算设计洪水位的内容。

3.1.2 本条基本沿用 CJJ50—92 第 4.1.3 条的规定。水文资料关系到设计洪水计算方法的选择及成果质量的精度。计算设计洪水应充分利用已有的实测暴雨、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，必要时应对所依据的暴雨、洪水资料和流域特征资料进行重点复核。

3.1.3 本条基本沿用 CJJ50—92 第 4.1.4 条的规定。计算设计洪水的流量系列应具有一致性。当流域修建蓄水、引水、提水和分洪、滞洪、围垦和水土保持等工程措施或发生决口、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，并进行统一后洪水系列的合理性检查。

3.1.4 本条基本沿用 CJJ50—92 第 4.1.5 条的规定。计算设计洪水应根据设计流域的资料条件采用下列方法：

1 大中型城市防洪工程，应尽可能采用流量资料计算设计洪水。城市防洪的设计断面或其上、下游附近有水文站且控制面积相差不大时，可直接使用其资料作为计算设计洪水的依据。当城市受一条以上河流的洪水威胁，且不同河流的洪水成因相同并相互连通时，应选定某一控制不同河流的总控制断面作为设计断面，可将不同河流附近控制站的洪水资料演算至总设计断面进行叠加，计算设计洪水。

2 城市江河设计断面附近没有可以直接引用的流量时，可采用暴雨资料来推算设计洪水。由暴雨推算设计洪水有许多环节，如产流、汇流计算中有关参数的确定，应有多次暴雨、洪水实测资料，以分析这些参数随洪水特性变化的规律，特别是大洪水时的变化规律。

3 有的城市所在河段不仅没有流量资料，且流域内暴雨资料也短缺时，可利用地区综合法估算设计洪水。对于小流域可用推理公式或经验公式法估算设计洪水。也可采用经审批的各省（市、区）《暴雨洪水查算图表》计算设计洪水。但是，《暴雨洪水查算图表》是为无资料地区的中小型水库工程进行设计洪水计算而编制的，主要用于计算稀遇设计洪水，用于计算中小城市防洪工程的常遇（50 年一遇及其以下标准）洪水，其计算结果有偏大的可能，因

此，应注意分析计算成果的合理性。

3.1.5 本条基本沿用 CJJ50—92 第 4.1.6 条的规定。设计洪水是重要的设计数据，如果偏小，就达不到要求的设计标准，严重时会影响到城市的安全；若数据偏大，将造成经济上的浪费。一条河流的上下游或同一地区的洪水具有一定的洪水共性，因而应对设计洪水计算的主要环节、选用的有关参数和计算成果进行地区上的综合分析，检查成果的合理性。

3.1.6 本条基本沿用 CJJ50—92 第 4.1.7、4.1.10 条的规定。设计断面上游调蓄作用较大的工程，是指设计断面以上流域内已建成或近期将要兴建具有较大调蓄能力的水库、分洪、滞洪等工程。推求设计断面受上游水库调蓄影响的设计洪水，应进行分区，分别计算调蓄工程以上、调蓄工程至城市设计断面之间的设计洪水。应拟定设计断面以上的洪水地区组成方式。本条规定了设计洪量分配可采用两种基本方法。

1 采用典型洪水组成法时，关键是典型洪水的选择。有代表性的大洪水是指能代表各分区不同洪水类型，在设计条件下可能发生的且对防洪设计断面防洪不利的洪水典型。

2 采用同频率组成法时，指定某一分区发生与设计断面同频率的时段洪量，按水量平衡原则可计算出其余分区的时段洪量。如果其余分区为多个分区，一般是按某一典型洪水在这些分区时段洪量的相应比例进行分配。

由于河网调蓄作用等因素影响，一般不能用洪水地区组成法拟定设计洪峰流量的地区组成。

3.1.7 本条基本沿用 CJJ50—92 第 4.1.8 条的规定。放大典型洪水过程线，要考虑工程防洪设计要求和流域洪水特性。洪峰流量、时段洪量都对工程防洪安全起作用时，可采用按设计洪峰流量、时段洪量控制放大，即同频率放大。但是，为了不致严重影响洪水时程分配特征，时段不宜过多，以 2~3 个时段为宜。工程防洪主要由洪峰流量或某个时段洪量控制时，可采用按设计洪峰流量或某个时段洪量控制同倍比放大。

由于各分区洪水过程线是设计断面洪水过程线的组成部分，因此各分区都采用同一典型洪水过程线放大，才能使各分区流量过程组合后与设计断面的时段流量基本一致，满足上下游之间的水量平衡。

3.1.8 本条基本沿用 CJJ50—92 第 4.1.9 条的规定。所拟定的设计洪水地区组成方式在设计条件下是否合理，需要通过分析该组成是否符合设计断面以上各分区大洪水组成规律才能加以判断。拟定设计洪水地区组成方式后，一般先分配各分区洪量，后放大设计洪水过程线。如果采用同频率洪水地区组成法分配时段洪量，各分区洪水过程线的放大倍比是不相同的，虽然时段洪量已得到控制，但各分区洪水过程线组合到设计断面的各时段洪量不一定满足水量平衡要求。因此，应从水量平衡方面进行合理性检查。如果差别较大，应进行适当调整。

3.1.9 本条为新增内容。城市河段治理是流域规划或防洪规划中的重要内容，设计洪水位影响因素复杂，为保持规划设计成果的一致，增加本条规定。在经主管部门审批的流域规划或防洪规划中明确规定城市河段的控制设计洪水位时，该设计洪水位可作为城市防洪工程设计

的依据直接引用。但是，当影响设计洪水位的因素与流域规划或防洪规划中的条件不同时，需进行复核，不宜直接引用。

3.2 设计涝水

3.2.1 本节为新增内容。规定了城市涝水计算的基本方法。城市治涝工程设计依据的设计涝水，按涝水形成地区下垫面情况不同，可分为城区（市政排水管网覆盖区域）设计涝水和郊区设计涝水两部分。城区和郊区的下垫面情况不同，计算涝水的设计标准和计算方法也不相同。计算设计涝水宜根据下垫面情况选定相应的计算方法。对于城区内，市政排水管网和郊区以外的山丘区设计洪水，可根据资料条件，参照本规范 3.1.4 条的规定进行计算。

3.2.2 本条采用《城市排水工程规划规范》（GB50318-2000）3.2.2~3.2.4 的内容。

1 城区雨水量的估算，采用现行的常规计算方法，即各国广泛采用的合理化法，也称极限强度法。

2 城区暴雨强度公式，在城市雨水量估算中，宜采用规划城市近期编制的公式。当规划城市无上述资料时，可参考地理环境及气候相似的邻近城市暴雨强度公式。

3 径流系数，在城市雨水量估算中宜采用城市综合径流系数。全国不少城市都有自己城市在进行雨水径流计算中采用的不同情况下的径流系数。按建筑密度将城市用地分为城市中心区、一般规划区和不同绿地等，按不同的区域，分别确定不同的径流系数。城市人口密集，经济和基础设施多且发展快，估算设计涝水流量，应考虑地面硬化涝水流量增大的因素。在选定综合径流系数时，应以城市规划期末的建筑密度为准，并考虑到其它少量污水量的进入，取值不可偏小，必要时应留有适当裕度。

3.2.3 本条采用 GB50288-99 3.2.4 的内容。郊区以农田为主的平原区的设计涝水，主要与设计暴雨历时、强度和频率，排水区形状，排涝面积，地面坡度，植被条件，农作物组成，土壤性质，地下水埋深，河网和湖泊的调蓄能力，排水沟网分布情况以及排水沟底比降等因素有关。因此，设计涝水应根据当地或邻近地区的实测资料分析确定；无实测资料时，可根据排水区的自然经济条件和发展水平，分别选用所列公式或其它经过论证的公式计算。当涝区内有较大蓄涝容积时，可采用概化法推算设计涝水过程线。

3.2.4 对城市涝水和生产、生活污水合用的排水河渠，排水河渠的设计排水流量除考虑设计涝水流量外，必要时应适当估算排涝期间的污水汇入量。

3.2.5 城市的河、湖、洼地，由于景观和环境的需要保持有一定的蓄水量。在排涝期间有一定的调蓄能力。对利用河、湖、洼蓄水、滞洪的地区，排涝河道的设计排涝流量，应考虑排涝期间河、湖、洼地的蓄水、滞洪作用。

3.3 设计潮水位

3.3.1 本节更新了 CJJ50-92 第 4.2 节的内容。设计潮水位分析计算采用《水利水电工程水文计算规范》（SL278-2002）中 5.2 的内容。

3.3.2 潮水位系列的选取应根据设计要求，按年最大（年最小）值法选取高、低潮水位。对历史上出现的特高特低潮水位，应注意特高潮水位时有无漫溢，特低潮水位时河水与外海有无割断。

3.3.3 本条规定了设计依据站实测潮水位系列在 5 年以上、但不足 30 年时，设计潮水位计算方法与要求。

3.3.4 本条规定了潮水位频率曲线采用的线型。根据我国滨海或感潮河段 37 个站潮水位分析，皮尔逊Ⅲ型能较好地拟合大多数较长潮水位系列，因此规定可以采用皮尔逊Ⅲ型。

3.3.5 设计潮水位过程的选择，即潮型设计，包括设计高低潮水位相应的高高潮水位（或设计高高潮水位相应的高低潮水位）推求、涨落潮历时统计和潮水位过程线绘制等。

设计高低潮水位相应的高高潮水位（或设计高高潮水位相应的高低潮水位）的确定：从历年汛期实测潮水位资料中选择与设计高低潮水位值相近的若干次潮水过程，求出相应的高高潮水位。采用相应的高高潮水位的平均值或采用其中对设计偏于不利的一次高高潮水位作为与设计高低潮水位相应的高高潮水位（设计高高潮水位相应的高低潮水位的确定，方法同上）。

涨潮历时、落潮历时统计：从实测潮水位资料中找出与设计频率高低潮水位（或高高潮水位）相接近的若干次潮水位过程，统计每次潮水位过程的涨潮历时和落潮历时，取其平均值或对设计偏于不利的涨潮历时和落潮历时。

潮水位过程设计：可根据上述分析拟定的设计高低潮水位（或高高潮水位）和相应的高高潮水位（或高低潮水位）及涨潮历时或落潮历时，在历年汛期实测潮水位过程中选取与上述特征相近的潮型，按设计值控制修匀得设计潮水位过程。

3.3.6 挡潮闸关闭使涨潮阻于闸前，潮流动能变为势能，产生潮水位壅高现象；落潮时，闸上无水流动能下传，闸下潮水的部分势能变为动能使水流出，产生潮水位落低现象。因此，在挡潮闸设计时，需考虑建闸引起的潮水位壅高和落低。壅高和落低数值，可根据类似工程的实际观测资料和数模计算确定，有条件时还可进行物理模型试验。

3.3.7 设计高、低潮水位计算成果，可通过本站与地理位置、地形条件相似地区的实测或调查特高（低）潮水位、计算成果等方面分析比较，检查其合理性。

3.4 洪水、涝水和潮水遭遇分析

3.4.1 本节为新增内容。规定了洪水、涝水和潮水遭遇分析的基本方法。本条规定了兼受洪、涝、潮威胁的城市，进行洪水、涝水和潮水位遭遇分析研究的重点。

3.4.2 进行遭遇分析所依据的同期洪水、降雨量、潮水位资料系列应在 30 年以上。当城市上游流域修建蓄水、引水、分洪、滞洪等工程或发生决口、溃坝等情况，明显影响各年洪水资料的一致性时，应将洪水系列资料统一到同一基础。进行遭遇分析，应具有较长的同期资料。同期资料系列越长，反映的遭遇组合信息量越多，便于分析遭遇的规律。如同期资料系

列不足 30 年应采用合理方法进行插补延长。

3.4.3 本条规定了洪、涝、潮遭遇分析的取样原则。进行以洪水为主、与相应涝水、潮水位遭遇分析，洪水按年最大洪峰流量、时段洪量取样；涝水统计相应的时段降水量；潮水位统计相应时段内的最高潮水位。洪量的统计时段长度视洪水过程的陡缓情况确定，降水量的时段长度可按涝水计算的设计暴雨时段长度进行确定。相应时间应以遭遇地点为基准，考虑洪水的传播时间和涝水的产汇流时间确定。分析高潮水位（或涝水）为主，其它要素相应的遭遇的取样方式类似。

3.4.5 本条规定在进行洪、涝、潮遭遇规律分析时，特殊遭遇情况分析要求。

3.4.6 形成洪水和涝水的暴雨因地域不同而存在差异，洪水、涝水与潮水位的遭遇分析成果应检查其合理性。

4 防洪工程总体布局

4.1 一般规定

4.1.1 本条基本沿用 CJJ50—92 第 3.1.1 条的规定，增加了“应重视有关社会经济、气象水文、地形地质、洪涝灾害等基础资料的收集和分析，兼顾上下游、左右岸的关系，”的内容，因其为城市防洪工程总体布局的依据。有关超标准洪水的规定单独成节，故从本条移出。

4.1.2 本条基本沿用 CJJ50—92 第 3.1.2 条的规定，并补充规定“城市防洪工程总体布局应对洪、涝、潮灾害统筹治理”。因洪涝潮灾害常相伴而生。对于山区、丘陵区、内陆平原区的城市受洪涝灾害威胁，应洪涝灾害兼治；对于沿海和河口城市而言，同时受洪涝潮灾害威胁，故此应洪涝潮灾害统筹治理，应根据涝区地形、排泄条件、蓄滞洪区分布、洪涝潮遭遇等因素，合理确定工程总体布局。沿海和河口城市由于高潮位或风暴潮顶托，常常造成排洪、排涝不畅，加剧洪涝灾害，因此沿海城市还应研究高潮位或风暴潮对城市防洪和排涝的影响。

工程措施与非工程措施相结合，是综合治理的具体体现。非工程措施指通过法令、政策、经济手段和工程以外的技术手段，以减轻灾害损失的措施。“防洪非工程措施”一般包括洪水预报、洪水警报、洪泛区土地划分及管理、河道清障、洪水保险、超标准洪水防御措施、洪灾救济以及改变气候等。

4.1.3 基本沿用 CJJ50—92 第 3.1.4 条的规定，增加了城市防洪工程总体布局，应与城市发展规划相协调的要求，将原条文中“兼顾使用单位和有关部门的要求，提高投资效益”修改为“兼顾城市绿化、美化、交通及其它综合利用要求，发挥综合效益。”。随着社会经济的快速发展和生活水平的提高，人们的生活理念不断变化，越来越重视生存环境的美化、人性化及可持续发展，城市防洪总体布局，特别是江河沿岸防洪工程布置应与河道整治、码头建设、道路、桥梁、取水建筑、污水截流，以及滨江公园、绿化等市政工程密切配合，在保证防洪安全的前提下，充分发挥防洪工程的综合效益。自上个世纪 80 年代以来，城市防洪建设从主要靠堤防抗洪发展到综合治理，如上海黄浦江边、天津海河两岸，防洪建设与航运码头、河道疏浚、污水截流、滨河公园等市政建设密切配合，既提高了城市抗洪能力，又改善和美化了城市环境，收到事半功倍的效果。兰州市黄河堤防、护岸建设，将十里长堤与滨河公园、公路密切配合，满足防洪、公园、交通及开拓路南大片土地等四方面的要求。哈尔滨市松花江堤防、护岸建设，50 年代建成斯大林公园、太阳岛公园，80 年代在为提高防洪标准进行堤防加高培厚建设中，实行堤、路、广场相结合，不但使滨江公园向上、下游延伸，打通了堤顶通道，而且堤后打通了滨江公路，并建成 4 个满足交通要求的广场，为方便抗洪抢险和缓解城市交通改善了条件。80 年代以来太原市的汾河公园、福州市的江滨路、杭州市的钱塘江滨江路等都是在建设防洪堤防的同时与公园、道路相结合，美化了城市环境，提升城市品位，带动或促进了城市经济发展，发挥了城市防洪工程多功能作用。

4.1.4 基本沿用 CJJ50—92 第 3.1.5 条的规定，补充“并充分发挥防洪滞涝作用”的要求。

保留城市湖泊、水塘、湿地等天然水域天然，不仅有利于维持生态平衡，改善环境，而且可以用来调节城市径流，适当减小防洪排涝工程规模，发挥综合效应。

4.1.5 本条为新增内容。城市与外部联系的主要交通干线、输油、输气、输水管道、供电线路是城市的生命线，从人性化出发，要城市生存下去，应保障它们的安全与通畅。

4.1.6 本条为新增内容。由于城市化的快速发展，城市规模的扩大，城市的土地寸土寸金；修建城市防洪工程，不可避免要占用土地，而土地又是不可再生的资源，工程实施征地很困难。这就要求防洪总体设计时，应注意节省用地。应考虑充分发挥已有防洪设施的防洪能力，并在此基础上，进一步考虑完善城市防洪设施，提高城市防洪标准；同时优化工程设计减少占地并为防汛抢险留出通道。

4.1.7 本条源于 CJJ50—92 第 3.1.3 条的规定，“防洪建筑物选型应因地制宜，就地取材，”是为了降低工程造价，“与城市市政建设风格相协调”则是为了城市整体建筑风格的统一美。

4.1.8 本条为新增内容。山区发生山洪、泥石流易产生灾害，做好山洪、泥石流普查，为预防灾害、治理灾害提供了第一手资料。

4.1.9 本条为新增内容。本条参照《水利工程水利计算规范》(SL 104—95)有关规定制定，在城市防洪工程体系中的堤防、分蓄洪工程、水库、河道整治、涝水防治等工程，应当根据城市防洪要求明确各单项工程的任务与标准，考虑各单项工程间的相互结合，充分发挥各工程的效能来确定其建设规模与调度运用原则，关于各工程特征值的确定在 SL 104—95 中已有详细规定，本规范不再赘述。

4.2 江河洪水防治

4.2.1 基本沿用 CJJ50—92 第 3.2.1 条的规定，城市是人类活动强度最大的地域，由于社会经济发展和城市建设必然会影响城市范围内水域发生变化，如扩展市区、填废水面、桥梁、码头、路面硬化等等，应注意这方面变化对江河洪水可能带来的影响。因此应充分收集江河水系基础资料，包括水文气象、地形、河势、地质、工程、社会经济等，根据最新资料复核江河的防洪标准。

4.2.2 基本沿用 CJJ50—92 第 3.2.3 条的规定。

4.2.3 基本沿用 CJJ50—92 第 3.2.2 条的规定。

4.2.4 基本沿用 CJJ50—92 第 3.2.5 条的规定。

4.2.5 本条为新增条款，强调防洪工程与排水工程的结合。

4.3 涝水防治

4.3.1~4.3.6 本节为新增条款。给出涝水防治的一般原则。城市治涝是城市总体规划的重要组成部分，城市治涝工程是城市建设的重要基础工程，因此，治涝工程应满足城市总体规划要求。防洪排涝是密不可分的，城市防洪工程总体设计时，防洪应当考虑排涝出路问题，排涝工程也应充分考虑与防洪工程的衔接，使得防洪排涝两不误。

对于新建城区，城市排水管网布设应雨、污分流，老城区应尽可能加快排水管网改造，做到雨、污分流，城市生活、工业、医院污水等应治理达标后方能排入排涝河道及滞涝区、容泄区。

4.4 海潮防治

4.4.1 基本沿用 CJJ50—92 第 3.3.4 条的规定。

4.4.2 基本沿用 CJJ50—92 第 3.3.1 条的规定，将原条款中的“采取相应的防潮措施，进行综合治理”修改为“确定海堤工程设计水位”。

4.4.3 基本沿用 CJJ50—92 第 3.3.2 条的规定。

4.4.4 基本沿用 CJJ50—92 第 3.3.3 条的规定。

4.4.5 本条为新增内容。

4.5 山洪防治

4.5.1 规定山洪防治的总的原则。

4.5.2 基本沿用 CJJ50—92 第 3.4.1 条的规定。

4.5.3 基本沿用 CJJ50—92 第 3.4.2 规定。

4.5.4 本条是在确保中小水库和蓄洪区安全的条件下规定的，充分发挥流域防洪体系的作用。

4.6 泥石流防治

4.6.1 基本沿用 CJJ50—92 第 3.5.1 条的规定。将原条文“泥石流防治应采取防治结合、以防为主，拦排结合、以排为主的方针”修改为“泥石流防治应贯彻以防为主，防、避、治相结合的方针”，由于泥石流灾害暴发突然，破坏性极大，城市人口密集，由此造成人员伤亡、财产损失；泥石流挟裹着大块石和大量泥沙，排导十分困难；根据泥石流防治的实践经验、泥石流的特点，还是应以防为主，防、避、治相结合。新建的城市应避开泥石流发育区。

本规范更加强调综合治理的作用与效果。

4.6.2 基本沿用 CJJ50—92 第 3.5.2 条的规定。

4.6.3 本条为新增内容。工程设计中应重视水土保持的作用，降低泥石流发生的几率。

4.7 超标准洪水安排

4.7.1~4.7.4 本节为新增条款。城市防洪总体布局，应在流域防洪规划总体安排下，对超

标准洪水作出安排，最大限度地保障城市人民生命财产安全，减少洪灾损失。

5 江河堤防

5.1 一般规定

5.1.1 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.1.1 条的规定。城市范围内一般都修建有堤防，所以在重新规划、修建城市防洪工程时，首先应考虑现有堤防的利用，同时还要考虑岸边地形条件、地质是否稳定，堤基是否满足要求。堤线走向应与洪水流向平行，不宜采用随河槽迂回的堤线。河道弯曲处，堤防不宜靠近河槽，以免坍岸，堤防背水侧应设有足够的通道，以保证汛期防汛抢险运输车辆的通行。与沿江（河）市政设施的协调主要是市政穿堤建筑物、取水口、排水口的位置，港口、码头的位置，交通闸的设置以及涵、闸、泵站等的设置，滨河公园、滨河道路布置、城市景观建设等综合利用要求。

5.1.2 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.1.2 条的规定。堤距与城市总体规划、河道地形、水位紧密相关。堤距越近，可能使水位壅高、堤身加大、水流流速加大，险工增多，因此，在确定堤距与水面线时需与上、下游统一考虑，避免河道缩窄太小造成壅水，同时需要拟定几个方案，分别比较水位、流速、险工险情、工程量及造价等，最后经技术经济比较确定，并应根据城市社会发展和水环境建设的要求，适当留有余地。

5.1.3 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.1.3 条的规定。设计洪水位决定堤防高度，关系到堤防的安全，因此设计洪水位的确定要慎重，有条件应用比降法和推求水面线法相互论证，以便使设计洪水位更接近实际情况。河床糙率既反映河槽本身因素（如河床的粗糙程度等）对水流阻力的影响，又反映水流因素（如水位的高低等）对水流阻力的影响，在水面线计算中，糙率取值对计算结果影响较大，因此，尽可能地用实测洪水资料推求糙率，使糙率取值更接近实际情况。

5.1.5 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.1.5 条的规定。设置防浪墙主要是为了降低堤防高度，减少土方量，为保证堤防安全，堤顶不应低于设计洪水位加 0.5m。

5.1.6 本条为新增内容。在确定堤顶高程公式中没有考虑堤防建成后的沉降量，因此，在施工中要预留沉降量，沉降量可参考表 2。对有区域沉降的土堤经论证可以适当提高。

表 2 土堤预留沉降值

堤身的土料		普通土		砂、砂卵石	
堤基的土质		普通土	砂、砂卵石	普通土	砂、砂卵石
堤 高 (m)	3 以上	0.20	0.15	0.15	0.10
	3~5	0.25	0.20	0.20	0.15
	5~7	0.25~0.35	0.20~0.30	0.20~0.30	0.15~0.25
	7 以上	0.45	0.40	0.40	0.35

5.2 防洪堤防（墙）

5.2.1 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.2.1 条的规定。堤防用料较多，因此，要根据当地土石料的种类、质量、数量、分布范围和开采运输条件选择堤型。堤防各段也可根据地形、地质、料场的具体条件和建堤场地分别采用不同堤型。但在堤型变化处，应设置渐变段平顺衔接。当有足够筑堤土料和建堤场地时，应优先采用均质土堤，因地制宜，符合自然生态规律，节省投资；土料不足时，也可采用其它堤型。

5.2.2 本条是参照 GB50286—98 第 6.2.5 条、第 6.2.6 条制定的。主要是保证土堤有足够的抗剪强度和较小的压缩性，避免产生土堤裂缝和大量不均匀变形，满足渗流控制要求。

粘性土填筑设计压实度定义为：

$$P_{ds} = \frac{\rho_{ds}}{\rho_{d, \max}} \quad (1)$$

式中 P_{ds} ——设计压实度；

ρ_{ds} ——设计压实干密度， kN/m^3 ；

$\rho_{d, \max}$ ——标准击实试验最大干密度， kN/m^3 。

标准击实试验按《土工试验方法标准》（GB/T50123—99）中规定的轻型击实试验方法进行。

无黏性土填筑设计压实相对密度定义为：

$$D_{r, ds} = \frac{e_{\max} - e_{ds}}{e_{\max} - e_{\min}} \quad (2)$$

式中 $D_{r, ds}$ ——设计压实相对密度；

e_{ds} ——设计压实孔隙比；

$e_{\max}$ 、 $e_{\min}$ ——试验最大、最小孔隙比。

相对密度试验按 GB/T50123—99 中规定的方法进行。

5.2.3 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.2.4 条的规定。堤顶宽度过窄往往造成汛期抢险运料、堆料的困难，为了保证堤身的稳定和便于防洪抢险，规定了堤顶最小宽度为 3m。

5.2.4 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.2.5 条的规定。设置戗台（马道）主要是增加堤基和护坡的稳定性，便于抢修、观测和有利通行等，如堤坡坡度有变化，一般戗台（马道）设在坡度变化处，如结合施工上堤道路的需要，也可设置斜戗台（马道）。

5.2.5 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.2.6 条的规定。控制逸出点在堤防坡脚以下，目的是控制堤外附近地下水位，避免由于地下水位抬高而对堤外建筑物产生的不利影响。

5.2.6 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.2.7 条的规定。参照 GB50286—98 第 8.2.4 条制定的。对于均质土堤、厚斜墙土堤和厚心墙土堤可采用不计条块间作用力的瑞典圆弧法。堤坡抗滑稳定安全系数，见 GB50286—98。

5.2.7 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.2.8 条的规定。当堤基渗径满足不了防渗要求时，对双

层结构的地基，表层土的渗透系数小于下层的渗透系数，宜采用填土压重或排水减压井措施，如地基为单层结构，宜采用截渗措施。

5.2.8 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.2.9 条的规定。护坡可有效防止土堤堤坡的冲刷、冻融破坏，保护堤坡稳定，减少水土流失。迎水坡一般采用硬护坡，非迎流顶冲、受风浪影响较小的堤坡可采用生态护坡。背水堤坡宜优先考虑生态护坡，满足城市生态环境的要求。

5.2.9 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.2.10 条的规定。补充“当计算护脚埋深较大时，可采取减小护脚埋深的防护措施”的规定内容。

5.2.10 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.2.11 条的规定。在场地受限制或取土困难的条件下，修防浪墙往往是经济合理的。新建防浪墙需在堤身沉降基本完成后进行。防浪墙应设置在稳定的堤身上，以防止防浪墙倾覆。由于防浪墙是修建在填方土堤上，考虑温度应力和不均匀沉陷影响，防浪墙应设置变形缝。

5.2.11 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.2.11 条的规定。石堤具有强度高、抗冲刷力强、维修工程量小的优点，当越浪对堤防背水侧无危害时，还可降低堤顶高程允许越浪。土石堤用石料作为堤防外壳，以保持较高强度和稳定性，采用土料做为防渗心墙或斜墙，防渗土料压实后，应具有足够的防渗性能和一定的抗剪强度。在防渗体与堤壳之间，应设过渡层及反滤层，以满足渗流控制的要求，一般应在靠近心墙处填筑透水性较小、颗粒较细的土料，靠近壳体处，填筑透水性较大、颗粒较粗的土石料，并应满足被保护土不发生渗透变形的要求。

5.2.12 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.3.1 条的规定。增加“防洪墙结构型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。”的内容。城市中心区地方狭窄、土地昂贵，可不修建体积庞大的土堤，而防洪墙具有体积小、占地少、拆迁量小、结构坚固、抗冲击能力强的优点，因此在城市堤防建设中被广泛采用。哈尔滨市城市堤防选用防洪墙结合活动钢闸板型式，满足人们亲水性要求和城市景观要求；芜湖市选用空箱式防洪墙，即节约用地又发展经济；其它城市采用连拱式、加筋板式或混合式防洪墙，多是为适应城市用地紧张、安全、美观、经济要求。因此，防洪墙结构型式应根据城市规划要求、地质条件、建筑材料、施工条件等因素综合比较选定。

5.2.13 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.3.2、5.3.3 条的规定。在防洪墙的设计中，要特别注意满足抗滑、抗倾、稳定的要求，同时，地基应力、地基渗透也应满足要求地基应力必须小于地基允许承载能力，且底板不产生拉应力，即合力作用点应在底板三分点之内。

5.2.14 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.3.4 条的规定。防洪墙基础埋置深度应满足冲刷深度要求，在季节性冻土地区，还应满足冻结深度要求，以满足防洪墙的稳定安全要求。

5.2.15 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.3.5 条的规定。防洪墙变形缝的设置是考虑温度应力和不均匀沉陷影响。

5.2.16 本条为新增内容，是对堤防（防洪墙）加固、改建或扩建工程的规定。堤防扩建是指对原有堤防的加高帮宽。土堤或防洪墙的扩建在考虑堤身或墙体自身断面加高帮宽的同时，

还需满足抗滑、抗倾覆以及渗透稳定要求，往往需要同时采取加固措施。

城市防洪墙的加固，需结合城市的交通道路、航运码头、园林建设等统筹安排，并进行技术经济比较，确定工程设计方案。我国堤防多为历史形成，在某些堤段堤线布局往往不尽合理，需要进行适当的调整。堤线的裁弯取直、退堤或进堤均属局部堤段的改建。由于城镇发展需要，可清除原有土堤重建防洪墙，或者老防洪墙年久损坏严重，难以加固，亦可拆除重建。堤防（墙）的改建应综合考虑，经分析论证确定。

土堤常用的扩建方式主要有以下两种：

1 填土加高帮宽。在有充分土源条件下，是一种施工简便、投资较省的扩建方式。填土加高又可分为三种形式：①临河侧加高帮宽，可少挖耕地，运土距离较近，对多泥沙河流易于淤积还土，一般土方造价较低，所以在设计时应优先考虑采用。填筑土料的防渗性能应不低于原堤身土料。②背水侧帮宽加高，当临水侧堤坡修有护坡、丁坝等防护工程，或临水无滩可取土时，可采用背水侧帮宽加高。③骑跨式帮宽加高，即在原堤身临、背水两侧堤坡和堤顶同时帮宽加高，这种型式施工较复杂，帮宽加高部分与原堤身接触面大，新旧结合面质量不易控制，且两侧取土，故通常很少采用。

2 堤顶增建防洪墙加高堤防。当堤防地处城镇或工矿区、地价昂贵或帮宽堤防需拆迁大量房屋或重要设施，不仅投资大且对市政建设有较大影响时，采用在土堤顶临水侧增建防洪墙的方法较为经济合理。防洪墙主要有两种型式：① I 字型墙适用于墙高不大时，墙的下部嵌入堤身，靠被动土压力保持其稳定。② L 型墙适用于墙的高度较大时，靠基底两侧上部填土压力提高墙的稳定性的。

各地不同时期建造的防洪墙，其防洪标准和结构型式差别较大。在新的设计条件下进行加高时，首先要对其进行稳定和强度验算，本着充分利用原有结构的原则，针对墙体或基础存在的不足方面，采取相应的加高加固措施，达到技术经济合理的要求。

在堤与各类防洪墙加高时，做好新旧断面的牢固结合以及堤与穿堤建筑物的连接处理十分重要，设计中要提出具体措施。在防洪墙的加固设计中，对新老墙体的结合面要进行处理，采取可靠的锚固连接措施，保证二者整体工作。变形缝止水破坏的要修复，保证可靠工作。堤岸防护工程旨在保护所在堤段的稳定和安全，由于防洪标准提高，在堤防进行加高扩建的同时，也需对堤前的防护工程进行复核，如不满足要求，也需加高扩建。

5.3 穿堤、跨堤建筑物

5.3.1 本节是在 CJJ50—92 第 10.2 节的基础上制订的。穿堤建筑物设计应与堤防设计统一考虑，协调布置，穿堤建筑物的设置不得影响堤防安全。河床淤积可能影响穿堤建筑物引、排水功能时，设计应考虑淤积对穿堤建筑物的影响。

5.3.2 穿堤涵洞和涵闸

1 在考虑水流平顺衔接的同时，应尽量缩短涵洞（闸）的轴线长度。考虑结构要求，建议交角不宜小于 60° 。

2 考虑到堤防的特殊性，在满足设计流量要求的情况下，闸孔净宽宜采用小值，结构简单，造价经济。

3 闸门设在涵洞出口处，有利于闸室稳定，在闸门下游布置止水，止水效果比较好。

4 设置截流环、刺墙可以延长渗径长度和改变渗流方向，可以有效地防止接触面渗透破坏。与堤防接触的结构物侧面做成斜面，可使土堤与结构物之间接触紧密，便于压实，减少两者间的接触渗流。

5 为必要的通风、防护、维修留有工作空间。

6 涵洞（闸）进、出口由于流态和流速发生变化，为防止进、出口冲刷，必须采取护底及防冲齿墙。涵洞（闸）进口边缘的外形，对进口的阻力系数值影响很大。进口胸墙做成圆弧形或八字形，可以减小进口阻力系数，增大流量系数。

7 洞身、闸室与导流翼墙，由于各自承受的荷载不同，地基产生的沉降量也不同，为适应不均匀沉降，在洞身、进出口导流翼墙和闸室连接处应设置变形缝。在软土地基上建涵洞时，对于覆土较厚，荷载大且纵向荷载不均匀可能出现较大的不均匀沉陷的长涵洞，应设置变形缝，考虑纵向变形的影响。

8 涵闸工作桥高程要求是为满足闸门开启、检修的需要。

5.3.3 为满足港口码头、北方冬季冰上运输的要求，在堤防上留有闸口，作为车辆通行道路，闸口处设置闸门，枯水期（或冬季）闸门开启，汛期洪水达到闸门门槛时则关闭闸门，本条规定对交通闸的要求。

5.4 地基处理

5.4.1 地基处理包括满足渗流控制（渗透稳定和控制渗流量）要求；满足静力、动力稳定、容许沉降量和不均匀沉降等方面的要求，以保证堤防安全运行。

5.4.2～5.4.4 为新增内容，参照 GB50286—98 有关规定制定的，规定对软弱堤基和透水堤基处理的要求。

5.4.5 本条基本沿用 CJJ50—92 第 5.4.5 条的规定。

6 海堤工程

6.1 一般规定

6.1.1 本章为新增内容，给出海堤工程设计的规定内容。本条规定海堤工程布置应遵循的大原则。

6.1.2 本条列举了堤线布置应考虑的影响因素，应根据地点、影响程度综合考虑，堤线布置应遵循的原则可按 GB50286—98 相关规定执行。

6.1.2 本条规定了海堤工程堤型选择的原则。

6.2 堤身设计

6.2.1 本条规定了海堤堤身断面三种基本型式的适用条件。海堤断面按几何外形一般可分为斜坡式、直立式和混合式三种基本型式。斜坡式堤身一般以土堤为主体，在迎水面设护坡，边坡坡度较缓，边坡护面砌体必须依附于堤身土体；直立式（或称陡墙式）堤身一般由土堤和墙式防护墙所组成，迎水面边坡坡度较陡，防护墙可以维持稳定；混合式（或称复坡式）堤是斜坡式与直立式的结合型式，如下坡平缓上坡较陡的折坡式，带平台的复式断面及弧形面等型式。

斜坡式海堤可用于风浪较大的堤段。对滩涂较高的情况，可采用土堤堤身迎水侧设置护坡的断面形式，但施工时应适时做好护坡；当滩涂较低时，应在临海面堤脚设置堆石棱体，以利施工时保护土方。

陡墙式海堤一般宜用于中等以下风浪、地基较好的堤段。对低涂、软基，陡墙下必须先设抛石基床并与压载相结合，抛石基床顶高程以略高于小潮低潮位为宜。

在滩涂较低，风浪较大的堤段，宜采用有消浪平台的混合式或复式海堤断面。必要时还可采用其他消浪形式的海堤断面，如迎水坡护坡用条石丁砌，弧形挑浪断面等，但采用复杂断面时，应通过试验论证。

对于 1~3 级工程，必要时应通过室内试验验证其断面型式的合理性。

6.2.2 堤顶高程是指海堤沉降稳定后的高程。海堤堤顶高程应在对潮位及风浪资料进行分析计算的基础上确定。设计高潮位和设计波浪的重现期应根据海堤保护范围大小和重要程度确定，但目前全国尚无统一标准，沿海各省均按自己制定的标准设计堤顶高程，本条规定了海堤堤顶高程计算公式。

6.2.3 按允许部分越浪设计的海堤，除计算设计频率波浪下越浪水量，需提高一级波浪频率校核越浪量大小，在校核条件下允许越浪水量可放宽至 $0.07\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$ 。重要海堤还应通过模型试验来验证越浪量多少，以及堤顶和背坡面防冲稳定可靠性。越浪量超过允许指标的，应采取加高堤身或加强护面防冲结构，做出专题研究报告。

6.2.4 主要河流下游河口段按允许部分越浪设计的海堤，设计频率高潮位 H_p 小于历史实测最高潮位 $H_{\max}$ 时， H_p 取用 $H_{\max}$ ；堤顶超高值：河宽小于 1000m，对于非城市堤防，取 1.5~2.0m，

对于城市堤防，取 2m。

6.2.5 新建海堤竣工后软土地基固结沉降量，对于非软土地基可取堤高的 3%~8%，软土地基一般可取堤身高度的 10~20%（港湾内及新建的海堤取大值，河口、老海堤加高及地基经排水固结处理的取小值）。

老海堤加固、扩建工程的堤顶高程，除按以上计算外，尚应结合实际运行情况和经验教训，并考虑海堤重要程度等因素，经综合分析论证确定。

6.2.6 海堤堤顶一般不允许车辆通行，交通道路宜设置在背水坡，有利于防汛。若确因需要通行机动车辆或临时堆放抢险物料等要求时，可沿堤线加宽堤顶宽度设置回车场、避车道、存料场。对于路堤结合的海堤应按公路要求设计，但应以保证海堤工程安全为前提，并应有相应的保护和维护措施。

6.2.7 迎水坡指临海侧，背水坡指背海侧。迎水坡设置戕台，一般可削减波浪爬高值，增加堤身稳定性，戕台顶高程宜根据需要决定，其宽度一般不宜小于 3m。

波浪强烈地段的 1~3 级海堤，宜采用低戕台，低戕台常结合镇压层设置，迎水坡可放缓到 1:5 以下，其高程及尺寸，可结合试验确定。

6.2.8 过渡反滤层材料通常利用开采块石时自然级配的石碴，但石碴中的片石长边应控制在 10cm 以下，含泥量不超过 5%。土工织物用作海堤反滤层，因受往复水流波浪的动力作用，应按《水利水电工程土工合成材料应用技术规范》（SL/T225-98）等标准设计。

6.2.9 规定确定海堤防渗体应满足的安全要求及确定防渗体尺寸的方法。

6.2.10 防浪墙是堤身的组成部分，可降低堤身填筑高度，节省工程量，减小堤身地基应力。但斜坡堤的防浪墙往往使越浪水体抬升，加剧对堤顶及背坡的冲刷，因此，对受强风浪作用的海堤，是否设置防浪墙及防浪墙的类型，须慎重进行方案比较确定。确需设置防浪墙时，应充分考虑墙体坚固、稳定、抗冲、防渗等安全与耐久性要求，合理选择结构型式及尺寸，必要时经试验确定。

6.2.11 本条规定了海堤堤顶路面材料、结构型式选择的依据，列举了几种可供选择的路面材料，一般不允许越浪的海堤，堤顶可用砂石、泥结石、草皮等护面；允许越浪的，可采用砌石、混凝土、沥青混凝土等护面，并应铺设垫层。强调海堤堤顶路面宜与护坡相结合以策安全。

6.2.12 本条规定了选择海堤堤身护坡结构与材料的原则。

6.2.13 通常海堤堤线较长，应根据不同堤段的断面型式、高度及地质情况，选定具有代表性的断面进行稳定分析。在地形、地质条件变化复杂段的计算断面可以适当加密。目前各海堤工程设计中，抗滑稳定计算普遍采用圆弧滑动法进行电算。工程实践认为圆弧滑动法计算的成果基本能反映实际情况，并能保证工程的安全。

6.3 堤基处理

6.3.6 为加速软弱土或淤泥的排水固结，以往多采用排水砂井作为垂直排水通道。70 年代以

来，应用塑料排水带插入土中作为垂直排水通道再国内外已得到广泛应用。

6.3.7 爆炸置换法中最初采用的是爆炸排淤填石法，它是在淤泥质软基中埋放药包群，起爆瞬间在淤泥中形成空腔，抛石体随即坍塌充填空腔，达到置换淤泥的目的。该法要求堤头爆填一次达到持力层上，并在堤头前面形成石舌，根据交通部的有关规范，其处理深度一般控制在 **12m** 以内。近几年，爆炸置换技术得到了进一步的发展，基于土工计算原理，提出了爆炸挤淤置换法，它是通过炸药爆炸产生的巨大能量将土体横向挤出，达到置换淤泥的目的，使得置换深度大大提高。据已实施的工程实例，最大置换深度已达 **30m**。该法工后沉降小，施工进度快，但石方用量大。

7 河道治理及护岸（滩）工程

7.1 一般规定

7.1.1 本节为新增内容。本条规定河道治理的原则。流经城市的河道是所在江河的一部分，城市区域河道治理是所在江河河道整治的一部分，局部包含于整体，应上下游、左右岸、干支流相互协调。

城市防洪工程是城市总体规划的组成部分，因此，必须满足城市总体规划的要求。河道治理是城市防洪工程的组成部分，必须与城市总体规划相协调，综合考虑城市综合规划中防洪、航运、引水、生活和工业用水、岸线利用等各方面的要求，以达到经济合理、综合利用、整体效益最优。

7.1.2 规定确定河道治导线的原则。河道治导线是河道行洪控制线，应在充分研究河道演变规律、顺应河势、左右岸兼顾的基础上划定治导线。

7.1.3 规定河道治理工程布置原则。

7.1.4 跨河建筑物的设计洪水标准不低于所在河道的防洪标准，不应因建跨河建筑物而影响河道行洪，确保河道的行洪安全。桥梁或渡槽横跨河道，使河道局部束窄，或者在河道中设置桥墩，干扰了河道水流流态，使该处河道泄流能力降低。若桥墩轴线与水流方向不一致（即斜交），将增大阻水面积，减少过流面积，使河道水流产生旋流，从而增大水头损失，抬高上游河道水位，增大了防洪堤防高度和壅水段长度，对城市防洪是不安全和不经济的。桥梁或渡槽下的净空应根据设计水位加壅高值和浪高或最高流冰水位等确定。当河流中有形成流冰阻塞的危险或有漂浮物通过时，桥梁或渡槽下的净空按当地具体情况确定，对有淤积的河流，净空应适当加大。在泄洪、通航的河流上，净空应满足泄洪、通航要求。

7.2 河道整治

7.2.1 本条为新增内容，强调河道整治工作中基本资料收集整理分析的重要性。河道的冲淤变化，河势演变趋势是河道整治的重要依据，应充分收集水文、泥沙、河道测量资料，分析河道水沙特性、冲淤变化趋势，河势演变规律，并预测河道演变趋势及对河道治理的影响，为河道整治工程设计提供依据。

7.2.2 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.6.1 条的规定。河道内淤积物和障碍物一方面减少过水面积、壅高水位，另一方面可能改变水流方向，造成河流改道、新的险工、整治工程失效等，必须清除。

7.2.3 本条为新增内容，强调城市美化、人性化建设需占用河道滩地时，首先应保证河道行洪安全。根据《中华人民共和国水法》第三十七条规定，“禁止在河道管理范围内建设妨碍行洪的建筑物、构筑物以及从事影响河势稳定、危害河岸堤防安全和其它妨碍河道行洪的活动。”，在水资源较充沛地区可适当考虑人们亲水性要求，设置亲水平台，亲水平台高程根据城市所在地区气候水文特征论证，同时不影响行洪，保证观景安全。

7.2.6 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.6.2 条的规定。

7.2.7 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.6.3 条的规定。

7.2.8 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.1.1 条的规定。设置护岸（滩）是为了保护岸边不被水流冲刷，防止岸边坍塌，保证汛期行洪岸边稳定。

7.2.9 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.1.2 条的规定。当河床土质较好时，宜采用坡式护岸和墙式护岸；当河床土质较差时，宜采用板桩护岸和桩基承台护岸；在冲刷严重河段的中枯水位以下部位宜采用顺坝或丁坝护岸。顺坝和短丁坝常用来保护坡式护岸和墙式护岸基础不被冲刷破坏。

7.2.10 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.1.3 条的规定。

7.2.11 本条为新增内容。设置防浪平台、栽植防浪林可显著消减风浪作用，但种植防浪林以不影响河、湖行洪为原则。

7.3 坡式护岸

7.3.1 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.2.1 条的规定。坡式护岸对河床边界条件改变较小，对近岸水流的影响也较小，是我国城市防洪护岸工程中常用的、优先选用的型式，其中以砌石应用得最为广泛，但在季节性冻土地区要特别注意冰冻对砌石的破坏。为满足城市景观、环境要求，在条件允许的河岸，应尽可能采用生态护岸。设置戗台主要是为了护岸稳定。为便于护岸检修、维护和管理，隔一定间距还应设置上下护岸的台阶。

7.3.2 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.2.2 条的规定。坡式护岸的坡度主要是根据岸边稳定确定，护岸厚度主要是根据护岸材料、流速、冰冻等通过计算确定。

7.3.3 本条为新增内容，规定选择植物护坡的基本条件。

7.3.4 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.2.3 条的规定。

7.3.5 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.2.4 条的规定。

7.3.6 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.2.5 条的规定。护脚设计必须保证其工作的可靠性。护脚埋深要慎重确定，因为护脚被冲跨，则护岸也难以保住。埋深应根据冲刷深度设置，同时也要参考已有工程的经验，综合分析确定。护脚型式和材料选择应满足抵御水流冲击和泥砂推移质的磨损，以及便于施工等。护脚处于枯水位以下，必须水下施工时，宜采用抛石、石笼、沉排、沉枕等护脚。抛石是最常用的护脚加固材料，为防止水流淘刷向深层发展造成工程破坏，应考虑在抛石外缘加抛防冲和稳定加固的备石方量。

7.4 墙式护岸

7.4.1 本条为新增内容。规定选择墙式护岸的条件。墙式护岸具有断面小占地少的优点，但对地基要求较高，造价也较高，多用于堤前无滩、水域较窄、防护对象重要、城市堤防建设中场地受限制的情况。

7.4.2 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.3.2 条的规定。

7.4.3 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.3.1 条的规定。工程实践经验是：对岩石、砂土及较硬的粘土或砂质粘土地基（其内摩擦角 ϕ 大于 25° ），一般多采用墙式结构；对表层有不很厚的淤泥层下面是坚硬的土壤或岩石地基，亦可在进行换砂（石）处理后，采用墙式结构。

7.4.4 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.3.3 条的规定。

7.4.5 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.3.4 条的规定。

7.4.6~7.4.7 基本沿用 CJJ50—92 第 6.3.5 条的规定。变形缝的缝距不仅与护岸结构材料有关，还与地形、地质、护岸结构型式有关。对有防水要求的护岸，在分缝处应设止水。

7.4.8 本条基本沿用 CJJ50—92 第 6.3.11 条的规定。

7.4.9 本条为新增内容。规定墙身设置排水孔的要求。排水孔的大小和布置应根据水位变化情况、墙后填料透水性能和岸壁断面形状确定。最下一层排水孔应低于最低水位。墙前后水位差较大，墙基作用水头较大，易引起地基渗透破坏。

7.5 板桩式及桩基承台式护岸

7.5.1 本节基本沿用 CJJ50—92 第 6.4 节的规定。

7.5.2 板桩式及桩基承台式护岸的结构型式，按有无锚碇可分为无锚板桩及有锚板桩两类。有锚板桩又可分为单锚、双锚板桩。

7.5.4 锚碇结构型式有：锚碇板或锚碇墙、锚碇桩或锚碇板桩、锚碇叉桩、斜拉桩锚碇、桩基承台锚碇。锚碇板一般采用预制钢筋混凝土板，锚碇墙一般采用现浇钢筋混凝土墙，锚碇桩一般采用预应力或非预应力钢筋混凝土桩，锚碇板桩一般采用钢筋混凝土板桩，锚碇叉桩一般采用钢筋混凝土桩。

7.6 顺坝和短丁坝护岸

7.6.1 本节基本沿用 CJJ50—92 第 6.5 节的规定。顺坝和短丁坝是河岸间断式护岸的两种主要形式，适用于冲刷严重的河岸。顺坝和短丁坝的作用主要是导引水流、防冲、落淤、保护河岸。由于顺坝不改变水流结构，水流平顺，因此应优先采用；丁坝具有挑流导沙作用，为了减少对流态的影响，宜采用短丁坝，在多沙河流中下游应用，会获得比较理想的效果。不论选用哪种形式坝型，应把防洪安全放在首位。

7.6.4 在流速较小、河床土质较差、短丁坝坝高较低时，可采用土石坝、抛石坝或砌石坝；当流速较大时，宜采用铅丝石笼坝或混凝土坝。

7.6.5 土石丁坝和顺坝，迎水坡一般取 $1:1\sim 1:2$ ，背水坡取 $1:1.5\sim 1:3$ ，坝头可取 $1:3\sim 1:5$ 。在坝基易受冲刷的河床或修建在水深流急河段的丁坝，为了防止坝基被冲刷，一般应以柴排或土工布护底。当坝基土质较好时，可仅在坝头处设置护底。

为了防止水流绕穿坝根，可以在河岸上开挖侧槽，将坝根嵌入其中，或在坝根上下游适当范围加强护岸。

7.6.6 丁坝平面布置，按其轴线与水流的交角可分为上挑丁坝、下挑丁坝、正挑丁坝三种。

实践证明，上挑丁坝的坝头水流紊乱，坝头冲刷坑较深且距坝头较近；下挑丁坝则相反，冲刷坑较浅，且离坝头较远；正挑丁坝介于两者之间，设计应根据具体要求合理选用。

丁坝间距以水流绕过上一丁坝扩散后不致冲刷下一丁坝根部为准，一般可取丁坝长度的2~3倍，或按计算确定。在每一组短丁坝群中，首尾丁坝受力较大，其长度和间距可适当减小。

对于条件复杂、要求较高的重点短丁坝群护岸，应通过水工模型试验确定。

8 治涝工程

8.1 一般规定

8.1.1 本章为新增内容。本规范所指城市治涝工程主要有排涝河道、排涝水闸、排涝泵站等城市雨水管网系统之外的排除城市涝水的水利工程。城市雨水管网的设计已经有相关的规范，例如《室外排水设计规范》(GB50014)，执行相应规范的规定。

城市治涝工程是城市基础设施的重要组成部分，也是城市防汛工程体系的有机组成部分。因此，城市治涝工程设计，必须在城市总体规划、城市防洪规划、城市治涝规划的基础上进行。

排涝河道，向上接受市政排水管网的排水，向下应及时将涝水排出，起到一个传输、调蓄涝水的作用，这个传输、调蓄作用将受到河道本身的容蓄能力大小及下游承泄区水位变动的影响。市政排水管网和河道排涝在排水设计及技术运用上不相同，在设计暴雨和暴雨参数推求时选样方法有很大差异，目前尚未建立两种方法所得到的设计值与重现期之间固定的定量关系。市政排水关注的主要是地面雨水的排除速度，即各级排水管道的尺寸，它主要取决于 1 小时甚至更短的短历时暴雨强度；而河道排涝问题，除了涝水排除时间外，更关注河道最高水位，与短历时暴雨强度有一定关系，但由于河、湖等水体的调蓄能力，主要还与一定历时内的雨水量有关（一般为 3~6 小时），以此来确定河道及其排涝建筑物的规模。所以管网排水设计和河道排涝设计之间存在协调和匹配的问题：从建设全局看，既无必要使河道的排涝能力大大超过市政管网的排水能力，使河道及其河口排涝建筑物的规模过大；又不应由于河道及其河口排涝建筑物规模过小而达不到及时排除城市排水管网按设计标准排出的雨水，从而使部分雨水径流暂存河道并壅高河道水位，反过来又影响管网正常排水。当河道容蓄能力较小，河道设计就应尽可能与上游市政排水管网的排水标准相协调，做到能及时排除市政管网下排的雨水，以保证市政管网下口的通畅，维持其排水能力，此时河道设计标准中应使短历时（如 1 小时或更短历时）设计暴雨的标准与市政管网的排水标准相当，或考虑到遇超标准短历时暴雨市政管网产生压力流时也能及时排水，也可采用略高于市政管网的标准。当河道有一定的容蓄能力、下游承泄区水位变动较大且有对河道顶托作用的条件下，河道排水能力可小于市政管网最大排水量，但应满足排除一定标准某种历时（如 24 小时）暴雨所形成涝水的要求，并使河道最高水位控制在一定的标高以下，以保证城市经济、社会、环境、交通等正常运行，而这种历时的长短，主要取决于河道调蓄能力、城市环境容许等因素。

8.1.2 治涝工程是城市基础设施，应根据自然地理条件、涝水特点以及城市可持续发展要求，统筹兼顾地处理好上游与下游、除害与兴利、整体与局部、近期与远期、治涝与城市其他部门要求等关系；针对城市治涝的特点，处理好排、蓄、截的关系，处理好自排与抽排的关系；为城市人民安居乐业、提高生活水平、稳定发展提供保障。不同类型的涝水采取的防治措施

也应不一样，工程措施与非工程措施相结合，是综合治理的具体体现。

8.1.3 在水资源短缺的地区，鼓励因地制宜地采取雨洪利用综合措施，实现雨洪资源化，既有利于消减城市洪峰流量和洪水量，节约工程投资，又可以增加宝贵的水资源量。

治涝工程设计应为多元功能的一体化运作、统一管理创造条件，为新技术、新工艺、新材料的应用提供依据，使设计的排涝河道成为城市生态环境保护圈中不可缺少的一环。治涝工程中的排水闸、挡洪（潮）闸、排水泵站、排水河道、蓄涝工程等，应在满足治涝要求的同时，与防洪、灌溉、航运、养殖、生态、环保、卫生等有关部门要求相结合，发挥治涝工程的多功能作用，避免功能单一，重复建设。

8.1.4 在工程实践中，由于城市用地紧张或建筑物紧邻工程并已经建成，使得工程用地的征用很困难，因此城市治涝工程应重视节约用地，有条件的应与市政工程建设相结合。

城市治涝工程设计要考虑的很重要的一项是与城市建筑相协调，美化城市景观。过去的工程设计理念多是注重结构上稳定安全，经济上节约，技术上可行，偏重于工程的水利功能，现在随着人们生活水平的提高，人们的需求多样化，对人居环境越来越重视，水利工程建筑物处于城市区域，必须与城市环境相协调，不仅是外观轮廓还有细部装饰，都应与城市建筑风格相融合，做到保护生态环境、美化景观、技术先进、安全可靠，经济合理。

8.2 工程布局

8.2.1 在我国大部分城市，一般同时受暴雨、洪水的影响，滨海地区的城市还受潮水、风暴潮等影响，既有防洪（潮）问题，又有治涝问题。因此，治涝工程总体布局需要与防洪（潮）工程统一全面考虑，统筹安排，发挥综合效益。

城市各类建筑物及道路的大量兴建使城市不透水面积快速增长，综合径流系数也随之增大，雨水径流量也将大大增加，如果单纯考虑将雨水径流快速排出，所需排涝设施规模将随之增大，这对于城市建设和城市排涝是一个沉重的包袱。结合城市建设，因地制宜地设置雨洪设施截流雨水径流是削减城市排涝峰量的有效措施之一。据有关研究，下凹式绿地，对 2~5 年一遇降雨，不仅绿地本身无径流外排，同时还可消纳相同面积不透水铺装地面的雨水径流，基本无径流外排。

城市治涝工程设计应贯彻全面规划、综合治理、因地制宜、节约投资、讲求实效的原则。拟定几个可能的治理方案，重点研究骨干工程布局，协调排与蓄的关系，通过技术、经济分析比较，选出最优方案。

8.2.2 城市防洪与治涝相互密切结合，治涝分片与防洪工程总体布局密切相关。治涝工程总体布局，应根据涝区的自然条件、地形高程分布、水系特点、承泄条件以及行政区划等情况，结合防洪工程布局和现有治涝工程体系，合理确定治涝分片。

地形高程变化相对较大的城市，还可采取分级治理方式。

8.2.3 治涝工程的蓄与排相辅相成，密切相关，设置一定的蓄涝容积，保留和利用城市现有

的湖泊、洼地、河道等，不仅可以调节城市径流，有效削减排涝峰量，减少内涝，而且有利于维持生态平衡，改善城市环境。

8.2.4 对有外水汇入的城市，例如丘陵城市，有中、小河流贯穿城区的城市。有条件时，可结合防洪工程总体布局，开挖撇洪工程，实施河流改道工程使原城区段河流成为排涝内河，让原来穿城而过的上游洪水转为绕城而走，可减轻城区洪水压力，减少治涝工程规模。

8.2.5 因地制宜，妥善处理好自排与抽排的关系，不同区域采取不同措施，既保证排涝安全，又节省工程投资。高水（潮）位时有自排条件的地区，一般宜在涝区内设置排涝沟渠、排涝河道以自排为主，局部低洼区域可设置排涝泵站抽排。高水（潮）位时不能自排或有洪（潮）水倒灌情况的地区，一般应在排水出口设置挡洪（潮）水闸，在涝区内设置蓄涝容积，并适当多设排水出口，以利于低水（潮）位时自流抢排，并可根据需要设置排涝泵站抽排。

我国城市根据所处地理位置不同一般可分为三种类型，可采取不同的排涝方式：

1 沿河城市。沿河城市的内涝一般由于河道洪水使水位抬高，城区降雨产生的涝水无法排入河道或来不及排除而引起，或者两者兼有。承泄区为行洪河道，水位变化较快。内涝的治理，一般在涝区内设置排涝沟渠、河道，沿河防洪堤上设置排涝涵洞或支河口门自排，低洼地区可设置排涝泵站抽排；有河道洪水倒灌情况的城市，一般应在排涝河道口或排涝涵洞口设置挡洪闸，并可设置排涝泵站抽排。

2 滨海城市。滨海城市的内涝一般由于地势低洼，受高潮位顶托，城区降雨产生的涝水无法排除或来不及排除而引起，或者两者兼有。承泄区为海域或感潮河道，承泄区的水位呈周期性变化。内涝的治理，高潮位时有自排条件的地区，可在海塘（或防汛墙）上设置排涝涵洞或支河口门自排；高潮位时不能自排或有潮水倒灌情况的地区，一般应适当多设排水出口和蓄涝容积，以利于低潮时自流抢排，排水出口宜设置挡潮闸，并可根据需要设置排涝泵站抽排；地势低洼又有较大河流穿越的城市，在河道入海口有建闸条件的，可与防潮工程布局结合经技术经济比较在河口建挡潮闸或泵闸。

3 丘陵城市。丘陵城市一般主城区主要分布在山前平原上，而城郊区为山丘林园或景观古迹等，也有城市是平原、丘陵相间分布的。为了减轻平原区的排涝压力，在山丘区有条件的宜设置水库、塘坝等调蓄水体，沿山丘周围开辟撇洪沟、渠，直接将山丘区雨水高水高排出涝区。

8.2.6 承泄区的组合水位是影响治涝工程规模和设计水位的重要因素。我国城市涝区一般以江河、湖泊、海域作为承泄区，江河承泄区水位一般变化较快，湖泊承泄区水位变化缓慢，海域承泄区的水位呈周期性变化。在确定承泄区相应的组合水位时，应根据承泄区与涝区暴雨的遭遇可能性，并考虑承泄区水位变化特点和治涝工程的类型，合理选定。

当涝区暴雨与承泄区高水位的遭遇可能性较大时，可采用相应于治涝设计标准的治涝期间承泄区高水位；当遭遇可能性不大时，可采用治涝期间承泄区的多年平均高水位。承泄区

的水位过程，可采用治涝期间承泄区的典型水位过程进行缩放，峰峰遭遇可以考虑较不利组合以保证排涝安全。当设计治涝暴雨采用典型降雨过程进行治涝计算时，也可直接采用相应典型年的承泄区水位过程。各地区也可根据具体情况分析确定。例如，上海市采用设计治涝暴雨相应典型年的实测潮水位过程，天津市采用治涝期典型的潮水位过程。

8.3 排涝河道设计

8.3.1 河道岸线布置关系水流流态、工程的稳定安全、工程投资、工程效益等，对于城市排涝河道，起承上启下的作用，必须统筹考虑排水管网布设、承泄区位置、城市用地等各种因素，进行技术经济比较。

8.3.2 排涝河道设计水位、过水断面、纵坡等设计参数应根据涝区特点和排涝要求，由排涝工程水利计算、水面线推求等分析确定；河网地区的城市，根据工程设计的需要，可通过河网非恒定流水利计算确定其设计参数。对于多功能的排涝河道，需作河道功能的分项计算。如按常规进行某集水区河道泄洪、排水、除涝等水利计算，以明确河道应达到的规模；按规划河道的水资源配置和蓄贮要求进行水流模拟计算，从而确定河道常水位和控制水位，水体蓄贮量和置换量；河道水质保持状态等；以上分析计算成果将是整治后的排涝河道进行日常水资源调度管理的重要指导性技术依据。

8.3.3 河面覆盖后形成箱涵或暗河，容易淤塞，疏浚非常困难，同时也影响城市的生态环境。

8.3.4 最大限度地保持河道的自然风貌，有利于涵养水源、保土保墒、美化景观、减少涝灾。城市排涝河道整治应强调生态治河理念，与改善水环境、美化景观、挖掘历史文化底蕴等有机结合，增强河道的自然风貌及亲水性。根据有关研究，河岸发挥生态功能的有效宽度，一般一侧应不小于 30m，在城市用地紧张的条件下可以适当减少。

8.3.5 河道边坡的柔性植被，应根据水位的变化及水深情况选择植物，形成水生—沼生—湿生—中生植物群落带，使河道边坡组成生态坡岸。大规模生态修复河道坡岸，成本低廉并能够有效改善河道坡岸的坚固稳定，对修复河流生态，尤其是基底生态系统有实用价值。

8.4 排涝泵站

8.4.2 排涝泵站站址

(1) 选择站址，首先要服从城市排涝的总体规划，未经规划的站址，不仅不能发挥预期的作用，还会造成很大的损失和浪费；要考虑工程建成后综合利用要求，尽量发挥综合利用效益；要考虑水源、水流、泥沙等条件，如果所选站址的水流条件不好，不但会影响泵站建成后的水泵使用效率，而且会影响整个泵站的运行；要考虑占地、拆迁因素，尽量减少占地，减少拆迁补偿费；还要考虑工程扩建的可能性，特别是分期实施的工程，要为今后扩建留有余地。

(2) 为了能及时排净涝水，应将排水泵站设在排水区地势低洼，能汇集排水区涝水，且靠近承泄区的地点，以降低泵站扬程，减小装机功率。如果有的排水区涝水可向不同的承泄

区（河流）排泄，且各河流汛期高水位又非同期发生，需对河流水位（即所选站址的站上水位）作对比分析，以选择装置扬程较低，运行费用较经济的站址；如果有的排水区涝水需高低分片排泄时，各片宜单独设站，并选用各片控制排涝条件最为有利的站址。

8.4.3 排涝泵站布置

1 在渍涝区附近修建临河泵站确有困难时，需设置引渠将水引至宜于修建泵站的位置。为了减少工程量，引渠线路宜短宜直，引渠上的建筑物宜少。为了防止引渠渠床产生冲淤变形，引渠的转弯半径不宜太小。为了改善进水前池的水流流态，弯道终点与前池进口之间宜有直线段，其长度不宜小于渠道水面宽的 8 倍。进水前池是泵站的重要组成部分，池内水流流态对泵站装置性能，特别是对水泵吸水性能影响很大。如流速分布不均匀，可能会出现死水区、回流区及各种漩涡，发生池中淤积，造成部分机组进水量不足，严重时漩涡将空气带入进水流道（或吸水管），使水泵效率大为降低，并导致水泵汽蚀和机组振动等。前池有正向进水和侧向进水两种形式，正向进水的前池流态较好。

3 出水池应尽量建在挖方上。如须建在填方上时，填土应碾压密实，严格控制填土质量，并将出水池做成整体结构，尤其应采取防渗排水措施，以确保出水池的结构安全。出水池中的流速不应太大，否则由于过大的流速，使池中产生水跃，与渠道流速难以衔接，造成渠道的严重冲刷。根据一些泵站工程实践经验，出水池中流速应控制最大不超过 2.0m/s，且不允许出现水跃。

4 进出水流道的设计，进水流道主要问题是保证其进口流速和压力分布比较均匀，进口断面流速宜控制不大于 1.0m/s；出水流道布置对泵站的装置效率影响很大，因此流道的型线变化应比较均匀，出口流速应控制在 1.5m/s 以下。

8.4.4 防渗排水设施是为了使泵站基础渗流处于安全状况而设置的。根据已建工程的实践，工程的失事多数是由于地基防渗排水布置不当造成的，必须给予高度重视。泵站地基的防渗排水布置，应在泵房高水位侧（出水侧）结合出水池的布置设置防渗设施，如钢筋混凝土防渗铺盖、齿墙、板桩、灌浆帷幕等，用来增加防渗长度，减小泵房底板下的渗透压力和平均渗透坡降；在泵房低水位侧（进水侧）结合前池、进水池的布置，设置排水设施，如排水孔、反滤层等，使渗透水流尽快地安全排出，减小渗流出逸处的出逸坡降，防止发生渗透变形，增强地基的抗渗稳定性。至于采用何种防渗排水布置，应根据站址地质条件和泵站扬程等因素，结合泵房和进、出水建筑物的布置确定。同正向防渗排水布置一样，侧向防渗排水布置也应做好，不可忽视，侧向防渗排水布置应结合两岸联接结构（如岸墙、进出口翼墙）的布置确定，一般可设置防渗刺墙、板桩等，用来增加侧向防渗长度和侧向渗径系数。要注意侧向防渗排水布置与正向防渗排水布置的良好衔接，以构成完整的防渗排水布置。

8.4.5 泵房挡水部位顶部安全超高，是指在一定的运用条件下波浪、雍浪计算顶高程距离泵房挡水部位顶部的高度，是保证泵房内不受水淹和泵房结构不受破坏的一个重要安全措施。

9 防洪闸

9.1 一般规定

9.1.1 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.1.1~9.1.2 条的规定。防洪闸系指城市防洪工程中的泄洪闸、分洪闸、挡洪闸、排涝闸和防潮闸等。

泄洪闸是控制和宣泄河道洪水的防洪建筑物，一般建在防洪河道上游。

分洪闸是用来分泄天然河道的洪水，在天然河道遭遇到大洪水而宣泄能力不足时，分洪闸就开启闸门分洪，分洪闸应建在城市上游。

挡洪闸多见建支流河口附近，在干流洪水位到达控制水位时关闭闸门挡洪，在洪水位降至控制水位以下时开启闸门排泄支流的洪水。

排涝闸是用来排泄城市涝水、洼地积水的建筑物，一般多建在城市下游。

为防止洪水或潮水倒灌的闸称挡洪闸或挡潮闸。一般多建在城市防洪河道入海口处。

位于城市上、下游的进水闸、分水闸、节制闸、排水闸、冲砂闸和船闸等与防洪有牵连时，水闸设计必须符合本规范的有关规定。

9.1.2 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.1.6 条的规定。在通航河道上修建防洪闸，应根据通航要求设置船闸。当上、下游平水机会较多，且有一般通航要求时，可设通航孔。船闸、通航孔的净宽、水深和净空按航运部门有关规定执行。船闸和防洪闸间要设导流、分流和导航设施，避免防洪闸放水时影响通航。

9.1.2 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.1.4 条的规定。

9.2 闸址和闸线的选择

9.2.1 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.2.1 条的规定。地质条件关系到地基的承载能力和抗滑、抗渗稳定性，是防洪闸设计总体布置中考虑的主要因素之一。地形、水流、泥砂直接影响闸的总体布置、工作条件及过流能力。此外，闸址还涉及到拆迁房屋多少、占用农田多少以及交通运输、施工条件等，这些又直接影响工程造价。为此，需综合考虑，经技术经济比较确定。

随着我国经济的发展，城市建设的现代化水平在逐年提高，城市防洪工程是城市现代化建设的基础工程，其选址、规模应与城市总体布局协调一致，成为城市的一个景点，如苏州河挡潮闸。

9.2.2 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.2.3 条的规定。从水力学的观点出发，闸址选择主要考虑水流平顺、岸坡稳定。

泄洪闸、排洪闸、排涝闸闸址宜选在顺直河段上，主要原因是河岸不易冲刷，岸边稳定，水流流态平顺。

分洪闸闸址选在弯道凹岸顶点稍偏下游处，主要是考虑：弯曲河段一般具有深槽靠近凹岸的复式断面，河床断面和流态都比较稳定，主流位于深槽一侧，有利于分洪，而且由于弯

道上的环流作用，底沙向凸岸推移，分洪闸进沙量少。同时，分洪闸的引水方向与河道主流方向夹角也小，从而进流量大。

9.2.3 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.2.2 条的规定。将原文中“应避免采用人工处理地基”修改为“有地质缺陷、不满足设计要求的地基应进行加固处理”。闸址地基条件直接关系到闸的稳定安全和工程投资，应慎重考虑确定，当地基不满足设计要求时应进加固处理。

9.2.4 本条参照《水闸设计规范》SL 265—2001 制定的。

9.2.5 本条参照 SL 265—2001 制定的。

9.2.6 本条参照 SL 265—2001 制定的。

9.2.7 防潮闸一般多建在城市防洪河道入海口处的直段，放在海口可以尽量减少海潮的淹没和影响范围，可以减少海潮对河道的泥砂淤积量。

9.2.8 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.2.4 条的规定。

9.3 总体布置

9.3.1 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.3.1 条的规定。增加与城市景观、环境美化相结合的要求。

9.3.2 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.3.2 条的规定。对于胸墙式防洪闸，增加“宜留有排沙、孔”的要求，以适应在多沙河流上建闸排沙要求。

9.3.3 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.3.3 条的规定。确定闸底板高程，首先要确定合适的最大过闸单宽流量，它取决于闸下河道水深及河床土质的抗冲流速。采用较小的过闸单宽流量，闸的总宽度较大，闸下水流平面扩散角较小，水流不致脱离下游翼墙而产生回流，流速的平面分布比较均匀，防冲护砌长度可以相应缩短。采用较大的过闸单宽流量，虽可减小防洪闸总宽度，但下游导流翼墙和防冲护砌长度就要加长，不一定能减少工程量，尤其是下游流速平面分布不均匀，极易引起两侧大范围的回流，压缩主流，不仅不能扩散，局部的单宽流量反而会加大，常常引起下游河床的严重冲刷，在这种情况下，过闸单宽流量要取小值。

最大过闸单宽流量确定后，根据上、下游设计洪水位，按堰流状态计算堰顶高程。这是可能采用的最高闸槛高程。最后综合考虑排涝、通航、河道泥砂、地形、地质等因素，通过技术经济比较确定闸底板高程。

防洪闸、分洪闸的闸底板高程，不宜设置在年内特别是在枯水季不能从外江引流的高程之上，而应设置在能够于全年都可以从外江进水的高程，同时，还应从满足改善枯水水环境角度考虑水闸闸孔总净宽，以满足内河冲污、稀释、冲淤的需要。这一点，广东省珠江三角洲河网区有深刻的教训。在二十世纪五十年代中期和六十年代初期，该地区有的地方在分洪河河口兴建水闸时，单纯从防洪分洪着眼，把水闸闸底板高程建在枯季、甚至和平水期都不能从外江引入流量的河口高程之上，亦有的地方在分洪河入口处兴建限流堰，2~5 年一遇以下外江洪水不能过堰，更不用说枯水期流量了，5 年以上外江洪水才能过堰顶流入分洪河。但 5 年一遇以上外江并不是年年都出现的，即使是在某一年出现，其分流入河的时间也不过

是 2~3 天,时间并不长,当外江洪水位一旦回落到堰顶高程以下时,便又回复到不分流状态。到了二十世纪八十年代初以后,分洪区城镇的社会经济有较大的发展,大量未经达标处理的生活污水、工业废水和化肥、农药的农田排水等污染物排入河道,分洪河道的水体、水质受到严重污染,水质发黑发臭,水质标准劣于 V 类,水环境恶化到不可收拾的地步。有的地方防洪、分洪闸的闸孔总净宽由于建的太窄,满足不了枯水入流改善水环境的要求。到了上世纪八十年代中期,不得不把原来不能满足引水冲污的旧挡洪、分洪水闸废弃,而另外在附近新建防洪、分洪、冲污、排涝多功能水闸,问题才得到较妥善的解决。

9.3.4~9.3.5 基本沿用 CJJ50—92 第 9.3.4 条的规定。确定闸槛高程和闸孔泄流方式后,根据泄流能力计算,就可确定满足运用要求的总过水宽度了。拦河建闸时应注意不要过分束窄河道,以免影响出闸水流,造成局部冲刷,增加闸下联接段工程量,从而增加工程投资。闸室总宽度与河道宽度的比值以 0.8 左右为宜。闸孔数目少时,应取奇数,以便放水时对称开启,防止偏流,造成局部冲刷。

9.3.6 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.3.5 条的规定。

9.3.7 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.3.6 条的规定。增加“闸顶应根据交通和检修要求,修建交通和检修桥。”的要求。

9.3.8 本条参照 SL 265—2001 制定的。防洪闸与两岸连接的建筑物,包括闸室岸墙、刺墙以及上下游翼墙。它主要作用是挡土、导流和阻止侧向绕流,保护两岸不受过闸水流的冲刷,使水流平顺地通过防洪闸。为保护岸边稳定,在防洪闸与两岸的连接布置设计时,要做到:闸室岸墙布置要与闸室结构型式密切配合,上游翼墙布置要与上游进水条件相配合,长度应长于或等于防渗铺盖的长度,使上游来水平顺导入闸室,闸槛前水流方向不偏,流速分布均匀;下游翼墙布置要与水流扩散角相适应,扩散角应在 $7^{\circ}\sim 12^{\circ}$ 范围,长度应长于或等于消力池的长度,引导水流沿翼墙均匀扩散下泄,避免在墙前产生回流漩涡等恶劣流态。

9.3.9 本条参照 SL 265—2001 制定的。

9.3.10 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.3.7 条的规定。增加“并有较先进的控制设施。”的要求,以适应现代化管理的需要。对挡水高度较高,孔径较大,且需要用闸门控制泄量的闸,宜采用弧形钢闸门;对有排冰凌或双向过水要求的闸,宜采用大孔径平面钢闸门,对采用分离式底板的闸,宜采用平板钢闸门。

对于防洪闸,在启闭机选择及闸门设计中,均应考虑动水启闭的要求,同时,对大型防洪闸,闸上、下游需设一道或两道检修门槽,并配备检修闸门和启闭设备。

9.3.11 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.3.9 条的规定。防渗排水设施是为了使闸基渗流处于安全状况而设置的。土基上建闸挡水,闸基中将产生渗透水流。当渗流水流的速度或坡降超过容许值时,闸基将产生渗透变形,地基就产生不均匀沉降,甚至坍塌,不少水闸因此失事。如蒙城节制闸就是因渗透变形遭到破坏,该闸总净宽 120m、分成 10 孔,于 1958 年 7 月建成,适逢大旱,水闸开始蓄水,上游挡水高 5m,仅隔两天就突然倒塌,从发觉闸身变形到整个倒

塌仅经历几个小时。因此，在防洪闸板设计中对于防渗排水设施问题，必须给予高度重视。

9.3.12 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.3.10 条的规定。

9.3.13~9.3.14 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.3.8 条的规定。

9.4 防潮闸

9.4.1 本节为新增内容，规定了防潮闸设计的内容。本条规定防潮闸闸趾选择应考虑的影响因素。河口水流、泥沙运动特性、地质条件决定着防潮闸的工作条件、工程造价、运行安全、运行成本、使用受命。必须经过多方面分析研究，慎重选择，必要时进行模型试验。

9.4.2 防潮闸的防洪任务是安全下泄设计洪水和校核洪水流量，挡设计潮水位和校核潮位。当设计潮位比历史最高潮位低时，应用历史最高潮位作为校核潮位。防潮闸的规模由过流总宽度确定，计算过流总净宽度时，应先确定闸下水位，其数值应由河道末端潮位按水面线推算至闸下而得；末端潮位一般采用与洪水同频率的设计潮位，位置在河口末端河道过不同流量时，水位基本不变处；闸下水位加过闸水头差即得闸上水位，过闸水头差可采用 $0.10 \sim 0.30\text{m}$ 。

9.4.5 防潮闸地处海滨，地下水位较高，地基多为软弱、高压压缩地层，基坑开挖时为边坡稳定，一定要注意施工排水设计，要把地下水位降下来，必要时采用周边井点排水方法；设计应重视防潮闸的基础处理，软基的基础处理方法很多，对于松软的砂基可采用振冲加固或强夯法；对软土、淤泥质土地基薄层者可采用换基，深层者可采用桩基处理；有条件时对松软土地基也可采用预压加固法。采用桩基应重视在运用期间可能会产生闸底板脱空问题，例如：永定新河河口的蓟运河和潮白新河防潮闸，都有底板脱空现象。用搅拌桩加固软土地基时应注意桩身质量是否能达到设计要求。

9.4.6 河口防潮闸下普遍存在泥沙淤积和拦门沙问题。为保持泄流通畅，闸下应进行经常性清淤，为减少清淤量应研究防淤、减淤措施；河口拦门沙的存在及变化对河道汇洪有一定影响，应研究拦门沙位置的变化对行洪的影响。

9.5 水力计算

9.5.1 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.4.1 条的规定。

9.5.2 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.4.2 条的规定。

9.5.3 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.4.3 条的规定。

9.6 结构与地基计算

9.6.1 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.5.1 条的规定。

9.6.2 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.5.2 条的规定。

9.6.4 本条基本沿用 CJJ50—92 第 9.5.4 条的规定。

10 山洪防治

10.1 一般规定

10.1.1 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.1.1 条的规定。山洪是指山区通过城市的小河和周期性流水的山洪沟发生的洪水。山洪的特点是，洪水暴涨暴落，历时短暂，水流速度快，冲刷力强，破坏力大。山洪防治的目的是，削减洪峰和拦截泥沙，避免洪灾损失保卫城市安全。防洪对策是，采用各种工程措施和生物措施，实行综合治理。实践证明，工程措施和生物措施相辅相成，缺一不可，生物措施应与工程措施同步进行。

10.1.2 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.1.2 条的规定。山洪大小不仅和降雨有关，而且和各山洪沟的地形、地质、植被、汇水面积大小等因素有关，每条山洪沟自成系统。所以，山洪防治应以每条山洪沟为治理单元。由于受人力、财力的限制，如山洪沟较多，不能一次全面治理时，可以分批实施，对每条山洪沟进行集中治理、连续治理，达到预期防治效果。

10.1.3 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.1.3 条的规定。山洪特性是峰高、量小、历时短。山洪防治应尽量利用山前水塘、洼地滞蓄洪水，这样可以大大削减洪峰，减小下游排洪渠道断面，从而节约工程投资。

10.1.4 本条为新增内容，小型水库可大大削减洪峰流量，显著减小下游排洪渠道断面，从而节省工程投资和建筑用地，减免洪灾损失。由于小型水库库容较小，首先应充分发挥蓄洪削峰作用，在满足防洪要求前提下，兼顾城市供水、养鱼和发展旅游事业的要求，发挥综合效益。小型水库的等级划分和设计标准，应符合 SL252—2000 的规定，由于其位于城市上游，应根据其失事后造成的损失程度适当提高防洪标准。工程设计尚应符合有关规范的规定。

10.1.5 排洪渠道和截洪沟的护坡形式，常用的有浆砌块石、干砌块石、混凝土（包括预制混凝土）、草皮护坡等。护坡形式的选择，主要根据流速、土质、施工条件、当地材料等综合确定。

10.2 跌水和陡坡

10.2.1 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.4.1 条的规定。当山洪沟、截洪沟、排洪渠道通过地形高差较大的地段时，需要采用陡坡或跌水连接上下游渠道。坡降在 1:4~1:20 范围内修建陡坡比跌水经济，特别在地下水位较高的地段施工较方便。当坡度大于 1:4 时采用跌水为宜，可以避免深挖高填。

10.2.2 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.4.2 条的规定。跌水和陡坡水面衔接包括进口与出口，进口段要注意尽量不改变渠道水流要素，使水流平顺均匀进入跌水或陡坡。下游出口流速大，冲刷力强，一般要设消力池消能，从而减轻对下游渠道的冲刷，消力池深度、长度等尺寸应经计算确定。

10.2.3 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.4.3 条的规定。进出口导流翼墙单侧收缩角度和翼墙长度的规定系经验数据，在此范围内水流比较平顺、均匀、泄量较大。出口导流翼墙形式和

扩散角度的规定，可使水流均匀扩散，对下游消能有利。

10.2.4 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.4.4 条的规定。对护底布置及构造作出规定，目的是为了延长渗径，保护基础安全。

10.2.5 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.4.5 条的规定。规定单级跌水高度在 3m 以内，主要是考虑山洪沟深度一般较小，以及有利于下游消能制定的，在此范围内比较经济，消能设施比较简单。

10.2.6 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.4.6 条的规定。规定限制陡坡底宽与水深比值在 10~20 之间，其目的主要是为了避免产生冲击波。

10.2.7 本条为新增内容，参照《水工设计手册》制定，对陡坡的比降提出了经验性数据，当流量大、土质差、落差大时，陡坡比降应缓些；当流量小、土质好、落差小时，陡坡比降应陡些。在软基上还要缓些，在坚硬的岩基上可陡一些。

10.2.8 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.4.7 条的规定。在陡坡护底变形缝内设止水，其目的是为了防止水流淘刷基础，影响底板安全，同时减少经过变形缝的渗透量。设置排水盲沟，可以减小渗透压力，在季节性冻土地区，还可避免或减轻冻害。

10.2.9 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.4.8 条的规定。人工加糙可以促使水流扩散，以增加水深，降低陡坡水流速度和改善水工建筑物下游流态，对下游消能有利。人工加糙对于改善水流流态作用的大小，与陡坡加糙布置形式和尺寸密切相关，人工加糙的布置和糙条尺寸选择要慎重，重要工程需要水工模型试验来验证，以确保人工加糙的消能效果。

西北水科所通过试验研究和调查指出，在陡坡上加设人工糙条，其间距不宜过小，否则陡坡急流将被抬挑脱离陡坡底，使陡坡底面各处产生不同程度的低压，而且水流极易产生激贱不稳，水面升高。这不仅不利于安全泄水，使糙条工程量加大，陡坡边墙衬砌高度增加，而且对下游消能并无改善作用。

10.3 谷坊

10.3.1 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.3.1 条的规定。谷坊是在山洪沟上修建的拦水截砂的低坝，其作用是固定河床，防止沟床冲刷下切和沟岸坍塌，截留泥砂，改善沟床坡降，削减洪峰，减免山洪危害。

10.3.2 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.3.2 条的规定。在谷坊类型的比选条件中增加了“谷坊失事后可能造成损失的度”的条件。谷坊种类较多，常用的有土谷坊、土石谷坊、砌石谷坊、铅丝石笼谷坊、混凝土谷坊等。上游支流洪水流量小、谷坊高度小，可采用土石谷坊、干砌石谷坊；中下游设计洪水较大、冲刷力较强、谷坊较多，多采用浆砌石谷坊或混凝土谷坊。考虑城市防洪安全，取消了土谷坊。

10.3.3 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.3.3 条的规定。山洪沟设计纵坡通常有两种考虑，一是按纵坡为零考虑，即上一个谷坊底标高与下一个谷坊溢流口标高齐平；二是纵坡大于零，小于或等于稳定坡降。各类土壤的稳定坡降如下：沙土为 0.05，粘壤土为 0.008，粘土为 0.01，

粗沙兼有卵石为 0.02。

10.3.4 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.3.4~7.3.5 条的规定。谷坊位置选择除了要考虑减小谷坊长度，增大拦沙容积外，还要考虑地基较好，有利防冲消能，宜布置在直线段。

10.3.5 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.3.6 条的规定。

10.3.6 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.3.8 条的规定。

10.3.7 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.3.7、7.3.9 条的规定。

10.3.8 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.3.10 条的规定。

10.3.9 本条基本沿用 CJJ50—92 第 7.3.11 条的规定。取消了土谷坊。

10.4 撇洪沟及截流沟

10.4.1 本节为新增内容。撇洪沟是拦截坡地或河流上游的洪水，使之直接泄入城市下游承泄区的工程设施。

10.4.4 撇洪沟设计流量的拟定，一般分为两种情况：①以设计洪峰流量作为撇洪沟的设计流量；②以设计洪峰流量的一部分作为撇洪的设计流量，而洪峰的其余部分，则通过撇洪沟上在适当地点设置的溢洪堰或泄洪闸排走。

10.4.5 考虑到撇洪沟的设计流量一般较大，为了使设计的断面和沟道土方量不致太大，常选用较大的沟底比降和较大的设计流速。为防止沟道局部冲刷，断面要采取防冲措施。

10.4.6 截流沟是为拦截排水地区上游高地的地表径流而修建的排水沟道。它可以保护某一地区或某项工程免受外来地表水所造成的渍涝、冲刷、淤积等危害。

截流沟的洪水流量过程线，一般是峰高量小、历时短。因此，拟定截流沟设计流量有两种情况：一是取洪峰流量作为截流沟的设计流量；二是取设计洪峰流量的一部分作为截流沟的设计流量，其剩余部分经截流沟上的溢流堰或泄洪闸排入排水区，由排水站排走。具体数值经方案比较确定。

10.5 排洪渠道

10.5.1 本节基本沿用 CJJ50—92 第 7.5 节相关条款的规定。排洪渠道的作用是将山洪安全排至城市下游河道，渠线布置应与城市规划密切配合。要确保安全，比较经济，容易施工，便于管理。为了充分利用现有排洪设施和减少工程量，渠线布置宜尽量利用原有沟渠。必须改线时，除了要注意渠线平顺外，还要尽量避免或减少拆迁和新建交叉建筑物，以降低工程造价。

本条对渐变段长度做出规定，目的是为了使水流比较平顺、均匀地与上下游水流衔接。5~20 倍沟渠水面宽度差是根据水工模型试验和总结实践经验确定的。

10.5.2 排洪沟渠纵坡选择是否合理，关系到沟渠排洪能力的大小及其冲淤问题，也关系到工程的造价。排洪沟渠设计纵坡应接近天然纵坡，这样水流较平稳，土石方工程量较少。在

地面坡度较大时，也宜尽可能地使沟渠下游的流速大于上游流速，以免排洪不畅。沟渠纵坡应使实际流速介于不冲不淤流速之间。当设计流速大于沟渠允许不冲流速时，应采取护砌措施，当设置跌水和陡坡段时，侧墙超高要比一般渠道适当加大，并要注意做好基础处理，防止水流淘刷破坏。

10.5.3 本条为新增内容。排洪渠道的边坡与渠道的土质条件及运行情况有关，渠道边坡须根据土质稳定条件来选择，在各种运行情况下均应保持渠道边坡的稳定。

10.5.4 本条对排洪沟渠进口布置形式做出规定，目的是为了保持水流顺畅，提高泄流量。对出口布置做出规定则是为了水流均匀扩散，防止产生偏流冲刷破坏。

10.5.5 排洪渠道弯曲段水流在凹岸一侧产生水位壅高，壅高值与流速及弯曲度成正比，一般采用下式计算：

$$Z = \frac{V^2}{g} L_n \frac{R_2}{R_1} \quad (3)$$

式中 Z — 弯曲段内外侧水面差，m；

V — 弯曲段水流流速，m/s；

R_1 、 R_2 — 弯曲段内外弯曲半径，m。

10.5.6 本条规定排洪渠道应尽量采用挖方渠道，这是因为挖方渠道使洪水在地面以下，比较安全。填方渠道运转状态与提防相似，所以规定要按提防要求设计，使回填土达到设计密实度，当流速超过土壤不冲流速时还要采取防护措施，防止水流冲刷。

10.5.7 规定排洪沟渠的最小弯曲半径，是为了使水流平缓衔接，不产生偏流和底部不产生环流，防止产生淘刷破坏。

10.5.8 排洪沟渠的设计流速应满足不冲和不淤的条件。当排洪沟渠设计流速大于土壤允许流速时，必须采取护砌措施，以减少沟渠糙率，加大流速，增加排洪能力，防止排洪沟渠冲刷破坏。护砌型式的选择，在满足防冲要求的前提下，应尽量采用当地材料，减少运输量，节约投资。

10.5.9 山洪沟上游比降大，流速也大，洪水携带大量泥沙，到中下游沟底比降变小，流速也变小，泥沙容易淤积，在排洪渠道进口处设置沉沙池，可以拦截粗颗粒泥沙，是减轻渠道淤积的主要措施。在沉沙池淤满后应及时清除。

10.5.10 排洪暗渠泄洪能力，一般按均匀流计算，如果上游产生壅水，泄洪能力就会降低，防洪安全得不到保障。

10.5.11 排洪暗渠设检查井，是为了维修和清淤方便，检查井间距的规定是参考城市排水设计规范制定的。

10.5.12 无压流排洪暗渠设计水位以上，净空面积规定不应小于断面面积的 15%，实质上是起安全超高的作用，适当留有余地以弥补洪水计算中的误差。无压流排洪暗渠水面以上的净空关系到排洪过程中是否发生明满流过渡问题，为防止出现满流状态，水面线以上都留有足

够的空间余幅。

10.5.13 本条是根据《渠系工程抗冻胀设计规范》(SL 23—91)、《水工建筑物抗冻胀设计规范》(SL 21—98)制定的,对发生冻害地区渠系建筑物的安全要求。

10.5.14 当外河洪水位高于排洪沟渠出口洪水位时,排洪沟渠在出口处应设涵闸或在回水范围内做回水堤,防止洪水倒灌淹没城市。采用涵闸,有时还要配置排涝泵站,在关闸时采用机排,防止产生内涝。

11 泥石流防治

11.1 一般规定

11.1.1 本章基本沿用 CJJ50—92 第 8 章的规定。泥石流是发生在山区小流域内的一种特殊山洪。我国是世界上泥石流最发育的国家之一，由于泥石流突然暴发，而城市人口密集，所以城市往往是危害最严重的地方。以兰州市为例，40 多年来，发生大规模泥石流 4 次，造成近 400 人死亡，是该市自然灾害中死亡人数最多的一种灾害。据 40 多年来不完全统计，全国已有 68 座县城以上城市受到过泥石流的危害。从城市防洪角度看，当山洪容重达到 14kN/m^3 时，固体颗粒含量已占总体积的 30%，已超过一般流量计算时的误差范围，在流量计算中泥沙含量已不可被忽视。如果所含泥沙颗粒是细粒土，这时的流变性质也发生较大变化，已接近宾汉模型。从水土保持角度看，流体容重超过 14kN/m^3 已不是一般的水土流失，属于极强度流失，也不是一般的水土保持方法就能防治的，因此这样的标准被工程界广泛的接受。根据特征对泥石流加以分类，有利于区别对待，对症下药，也便于对泥石流的描述。其按物质组成的分类方法是最常用的方法，其分类指标见表 3。

表 3 泥石流按组成物质分类表

类别	泥石流	泥流	水石流
颗粒组成	含有从漂砾到粘土的各种颗粒，粘土含量可达 2%~15%，1mm 以下颗粒占 10~60%	小于粉砂颗粒占 60%以上，1mm 以下颗粒占 90%以上，平均粒径在 1mm 以下	1mm 以下颗粒少于 10%，由较大颗粒组成
力学性质	稀性或粘性	稀性或粘性	稀性

泥石流作用强度是泥石流对建筑物可能带来破坏程度的一般综合指标。泥石流作用强度是根据目前我国受泥石流危害的城镇的基本情况制定的，由于我国没有处于特别严重的泥石流沟区域，因此只分为严重、中等、轻微三类。

泥石流防治工程设计中应该突出重点，即重点防范和治理严重的泥石流沟，对严重的、危害大的泥石流沟采用较高的标准，对轻微的泥石流沟采用较低的标准。泥石流设计标准应按本规范表 11.1.1 选定

11.1.3 泥石流是地质、地貌、水文和气象等条件综合作用的产物，是一种自然灾变过程；人类不合理的生产活动，又加剧了泥石流的发展。流域内有充分的固体物质储备，丰沛的水源和陡峭的地形是我们识别流域是否有泥石流的重要依据。对于山区小流域有深厚宽大的堆积扇，其流域形态为金鱼形状，纵剖面的石块、泥粒的混杂沉积，并有反粒径沉积（即上层石块粒径大于下层）趋势，等等，均提供以往年代发生泥石流的证据。

泥石流流域勘查的重点是判定和计算泥石流规模的诸多参数，为减灾工程提供设计依据。对流域内泥石流历史事件的调查，要比洪水调查容易得多，因为泥石流痕迹可以保留相当长的时间，而且常常可以在泥石流流通段找到泥石流流经弯道时的痕迹并量测相应的要素来计算泥石流流速、流量。通过调查访问等方法来确定该事件的发生年代，并根据现在流域内各

种泥石流形成条件（特别是固体物质补给）的变化及其发展趋势，评价该历史事件重演的可能性。这些都是今后规划和防治工程设计的重要依据。

11.1.4 由于泥石流形成的条件比较复杂，影响因素较多，流量建设很困难。目前，采用暴雨洪水流量配方法建设，用形态调查法相补充是比较常用的方法。配方法是假定沟谷里发生的清水水流，在流动过程中不断地加入泥沙，使全部水流都变为一定重度的泥石流。这种方法适用于泥沙来源主要集中在流域的中下部，泥沙供应充分的情况。

（1）配方法：配方法是泥石流流量计算常用方法之一。我们知道了形成泥石流的水流流量和泥石流的容重，就可以推求泥石流的流量：设一单位体积的水，加入 ϕ 直径体积的泥沙后，则该泥石流的容重按下式计算：

$$\gamma_c = \frac{1 \cdot \gamma_b + \gamma_h \cdot \phi}{1 + \phi} \quad (4)$$

$$\phi = \frac{\gamma_c - \gamma_b}{\gamma_h - \gamma_c} \quad (5)$$

$$\text{则泥石流流量} \quad Q_c = (1 + \phi Q_b) \quad (6)$$

式中 γ_c ——泥石流容重， kN/m^3 ；

γ_h ——固体颗粒容重， kN/m^3 ；

γ_b ——水的容重， kN/m^3 ；

ϕ ——泥石流流量增加系数；

Q_b ——泥石流沟一定频率的水流流量， m^3/s ；

Q_c ——同频率的泥石流流量， m^3/s 。

用式（19）计算的泥石流流量与实测资料对比，一般都略为偏小。有人认为，主要是由于泥沙本身含有水而没有计入，如果计入，则：

$$\phi' = \frac{\gamma_c - \gamma_b}{\gamma_h(1+P) - \gamma_c(1 + \frac{\gamma_h}{\gamma_b}P)} \quad (7)$$

式中 ϕ' ——考虑泥沙含水量的流量增加系数；

P ——泥沙颗粒含水量（以小数计）。

当 γ_h 采用 27 kN/m^3 ， $P=0.05$ 及 $P=0.13$ 时， ϕ 及 ϕ' 值如表 4。

表 4 不同泥石流容重的 ϕ 及 ϕ' 值

$\gamma_c (\text{kN/m}^3)$	22.4	22	21	20	19	18	17	16	15	14
ϕ	2.70	2.4	1.85	1.43	1.12	0.89	0.70	0.55	0.42	0.31
$\phi' P=0.05$	4.24	3.55	2.44	1.77	1.33	1.01	0.77	0.59	0.44	0.32
$\phi' p=0.13$	50.1	15.2	5.14	2.87	1.86	1.29	0.93	0.67	0.49	0.34

当泥沙含量较大时，计算值相差很大，这是由于这时的土体含水量已接近泥石流体的含水量，泥石流形成不是由水流条件而是由动力条件决定的。因此 $Q_c = (1 + \phi') Q_b$ 公式不适合于泥沙含水量较大时高容重的泥石流计算。这时常采用经验公式计算：

$$Q_c = (1 + \phi) Q_0 \cdot D \quad (8)$$

式中 D ——因泥石流波状或堵塞等的流量增大系数，一般取 1.5~3.0。

根据云南省东川地区经验：

$$D = \frac{5.8}{Q_c^{0.21}} \quad (9)$$

$$\text{则 } Q_c = [5.8 (1 + \phi) Q_0]^{0.83} \quad (10)$$

泥石流配方法虽是最常用的方法，但仍需与当地的观测或形态调查资料对照，综合评判后选择使用。

(2) 形态调查法：泥石流形态调查与一般河流形态调查方法相同，但应特别注意沟道的冲淤变化，及有无堵塞、变道等影响泥位的情况。在调查了泥流水位及进行断面测量后，泥石流调查流量可按公式 (11) 计算：

$$Q_c = \omega_c V_c \quad (11)$$

式中 Q_c ——调查频率的泥石流流量， m^3/s ，在设计时应换算为设计频率流量；

ω_c ——形态断面的有效过流面积， m^2 ；

V_c ——泥石流形态断面的平均流速， m/s ，一般按曼宁公式计算，

即 $V_c = m_c R^{1/3} I^{1/2}$ ， R 为水力半径， m ， I 为泥石流流动坡度（小数计）， m_c 值可参考表 5 确定。

对于已发生过的泥石流的流量计算除了从辨认历史痕迹得到最大流速和相应断面而外，也可以通过泥石流流经的类似卡口，堰流动时，按堰流公式算得。如按宽顶堰公式：

$$Q_d = (2/3) \mu \sqrt{2g} H^{1.5} \cdot B \cdot M \quad (12)$$

式中 Q_d ——泥石流流量， m^3/s ；

μ ——堰流系数，取 0.72；

H ——堰上泥流水深；

B ——堰宽， m ；

M ——过堰泥石流系数，取 0.9；

表 5 泥石流沟糙率系数 m_c 值

泥石流 类型	沟 槽 特 征	I	泥深 (m)			
			0.5	1	2	4
			m_c			
稀性 泥石流	石质山区粗糙系数最大的泥石流沟槽，沟道急陡弯曲，沟底由巨石漂砾组成，阻塞严重，多跌水和卡口，容重为 $14\sim 20\text{kN/m}^3$ 的泥石流和水石流。	$0.15\sim 0.22$	5	4	3	2
	石质山区中等系数的泥石流沟，沟道多弯曲跌水，坎坷不平，由大小不等的石块组成，间有巨石堆，容重为 $14\sim 20\text{kN/m}^3$ 的泥石流和水石流。	$0.08\sim 0.15$	10	8	6	4
	土石山区粗糙系数较小的泥石流沟槽，沟道宽平顺直，沟床平顺直，沟床由砂与碎石组成，容重为 $14\sim 18\text{kN/m}^3$ 的水石流或泥石流或容重为 $14\sim 18\text{kN/m}^3$ 的泥流。	$0.02\sim 0.08$	18	14	10	8
粘性 泥石流	粗糙系数最大的粘性泥石流沟槽，容重为 $18\sim 23\text{kN/m}^3$ ，沟道急陡弯曲，由石块和砂质组成，多跌水与巨石垄岗。	$0.12\sim 0.15$	18	15	12	10
	粗糙系数中等的粘性泥石流沟槽，容重为 $18\sim 22\text{kN/m}^3$ ，沟道较顺直，由碎石砂质组成，床面起伏不大。	$0.08\sim 0.12$	28	24	20	16
	粗糙系数很小的粘性泥石流沟槽，容重为 $18\sim 23\text{kN/m}^3$ ，沟道较宽平顺直，由碎石泥砂组成。	$0.04\sim 0.08$	34	28	24	20

11.1.5 泥石流防治规划应从整体环境和个别流域或不同类型泥石流特点出发，从流域上游、中游，出山口直至入主河（湖、海），分段分区设立减灾工程，对泥石流形成的物源、水源和地形条件进行控制或改变，以达到抑制泥石流发生，减小泥石流规模的目的。综合防治体系包括工程措施（含生物工程）和非工程措施——预警预报体系。

对于威胁城镇居民点密集的泥石流沟必需采取综合防治体系，才能达到减灾和减少人员伤亡的目的。城镇泥石流综合防治体系应体现以拦蓄为主的原则。对于某些防护要求简单的情况下，也可以采用单一的防护措施，为了保障居民点而设立单侧防护堤，甚至为保护某个民宅，而采用半园形堡垒式的防护墙等。

综合防治体系及其总体布局都纳入泥石流防治规划中。

11.1.6 泥石流和一般水流不同之处，在于有大量的泥沙，这些泥沙在运动过程中不断地改变着沟道，而且这种变化随着时间的推移在不断累积。对一般水流沟道，只要保证洪峰时的瞬间能够通过，这个沟道就是安全的。而泥石流由于其淤积作用，仅考虑瞬间通过就不行了。这次泥石流通过了，下次泥石流就不一定能通过，今年通过了，明年不一定能通过。因此在防泥石流的洪道设计中，必须了解可能发生泥石流总量、通过沟道的淤积、流出沟道后的情况，有多少被大河带走，有多少沉积下来，沉积成什么形状，对泥石流流动又有什么影响。不仅要考虑一次泥石流，而且要考虑使用年限中的影响。

（一）泥石流流量可由多种方法确定：

（1）调查法：可调查冲积扇多年来的发展速度来确定堆积量，调查流域内的固体物质流失量来计算年侵蚀量。泥石流主要由大沟下切引起的，也可按下切速度来计算侵蚀量，也可按几次典型泥石流调查来推算泥石流流量；

（2）算法：用雨季总径流量折算，用一次降雨径流折算，或用一次典型泥石流过程折算。也可用侵蚀模数法或地区性经验公式。年冲出泥石流总量与堆积总量之间有一定的差别，这是由于很多泥沙被大河带走了，作为一般估计，可按式计算。

$$V_s = \eta V \quad (13)$$

式中 V_s ——年平均泥沙淤积量 (m^3);
 V ——年平均泥沙冲出量 (m^3);
 η ——被大河携带泥沙系数, 按表 6 确定。

表 6 大河携带系数 η

堆积区所处部位	η 值
峡谷区	0.5
宽谷区	0.65~0.85
泥石流不直接汇入大河	0.95

泥石流在沟口淤积形成冲积扇, 其淤积量是十分可观的, 据甘肃省武都县两条流域面积近 2 平方公里的泥石流沟观测, 年平均冲出泥石流量分别为 5 万 m^3 和 7 万 m^3 , 8 年后, 沟口分别淤高了 11m 和 13m。根据白龙江流域的调查, 沟口的淤积高度可按经验公式计算。

当 $W_p < 100$ 万 m^3 时:

$$h_t = 0.025 \cdot W_p^{0.5} \quad (14)$$

当 $W_p > 100$ 万 m^3 时:

$$h_t = \left[\frac{W_p \cdot 10^4}{4.3} \right]^{1/0.7} \quad (15)$$

式中 h_t —— N 年中沟口淤积高度 (m);
 W_p ——设计淤积量 (m^3), $W_p = NV_s$;
 N ——为设计年限 (年)。

泥石流的沿途淤积可用水动力平衡法 (稀性泥石流) 和极限平衡法 (粘性泥石流) 计算。

(二) 流速计算

泥石流流速计算可根据不同地区的自然特点采用不同的计算公式。主要的经验公式包括:

(1) 用已有泥石流事件弯道处的参数值计算平均流速:

$$V = \sqrt{\frac{\Delta H \cdot R \cdot g}{B}} \quad (16)$$

式中 V ——泥石流平均流速, m/s;

ΔH ——弯道超高值, m;

R ——弯道曲率半径, m;

g ——重力加速度, m/s^2 。

(2) 王继康公式, 用于粘性泥石流。

$$V = KcR^{2/3}i^{1/5} \quad (17)$$

式中 i ——泥石流表面坡度, 也可用沟底坡度表示, %;

R ——水力半径, 当宽深比大于 5 时, 可用平均水深 H 表示, m;

Kc ——粘性泥石流系数, 见表 7。

其他符号同前。

表 7 粘性泥石流系数表

H(m)	<2.50	2.75	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	>5.50
Kc	10.0	9.5	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0

(3) 云南东川公式

$$V = \frac{1}{nc} H^{2/3} i^{1/2} \tag{18}$$

式中 $\frac{1}{nc} = 28.5H^{-0.34}$

(4) 西北地区粘性泥石流公式

$$V = 45.5H^{1/4} i^{1/5} \tag{19}$$

(5) 甘肃武都粘性泥石流公式

$$V = 65KH^{1/4} i^{4/5} \tag{20}$$

式中 K——断面系数，取 0.70。

11.1.7 泥石流工程治理的方法各个国家都大同小异，应在不同的自然和经济条件下选用不同的类型组合。防治工程主要可分为预防工程、拦截工程和排导工程。预防工程又可分为：治水，即减少上游水源，例如用截水沟将水流引向其它流域，利用小的塘坝进行蓄水，上游有条件时修建水库是十分有效的方法；治泥，即采用平整坡地、沟头防护、防止沟壁等滑坍及沟底下切以及治理滑坡及坍塌等措施；水土隔离，即将水流从泥沙补给区引开，使水流与泥沙不相接触，避免泥石流发生。预防措施是减轻或避免泥石流发生的措施。在泥石流发生后，则采用拦挡或停淤的方法减少泥沙进入城市，在市区则需要修建排导沟引导泥石流流过。根据我国防治泥石流的经验，要根据当地的条件，综合治理，并结合生物措施和管理等行政措施，才能有效地防治泥石流的危害。

11.1.8 任何工程措施对于大自然而言都不可能是万无一失的，所以相应的非工程措施即预警预报系统对于保障生命安全显得更为重要。

泥石流预警预报是利用相应的设备和方法对将发生或已发生的泥石流提前发出撤离和疏散命令，减少人员伤亡。目前国内外较成功的警报方法有接触法和非接触法。其中接触式为断线法，即在沟床内设置一根金属线，当金属线被泥石流冲断时，其断线信号传至下游，实现报警。也可以用冲击传感器得到泥石流冲击力信号来实现报警。非接触法有地声法，超声波法，即用地声传感器来监测泥石流发生和运动后通过地壳传播的地声信号；用超声泥位计监测沟床内泥石流的水深来实现报警的。泥石流次声报警器是接收泥石流发生和运动的声发射过程中的次声部分，这种低频率的信号以空气为介质传播，声速为 344 米/秒，远大于泥石流运动的速度，有足够的提前量，而且全部装置（含传感器）都置于远离泥石流源地的室内，有较好的应用前景。

11.2 拦挡坝

11.2.1 拦挡坝是世界各国防治泥石流的主要措施之一，其主要形式有：采用大型的拦挡坝与其它辅助水工建筑物相配合，一般称为美洲型。成群的中、小型拦挡坝，辅以林草措施，一般称为亚洲型。应用于一般水工建筑物上的各种坝体都被应用在泥石流防治上，例如重力或圉工坝、横形坝、土坝等。泥石流防治中还常采用带孔隙的坝，如格栅坝、桩林坝等。格栅坝有金属材料和钢筋混凝土材料等类。

采用什么形式的坝体，要根据当地的材料、地质、地形、技术和经济条件决定。

11.2.2 拦挡坝在一般情况下大多成群建筑，一般 2~5 座为一群。但在条件合适时也可单个建筑。成群的拦挡坝往往用下游坝体的淤积来保护上游拦挡坝的基础，因此拦挡坝的间距是由计算决定的。

$$L = \frac{i_c - i_o}{H} \quad (21)$$

式中 L ——拦挡坝的间距，m；

H ——拦挡坝有效高度，m；

i_c ——修建拦挡坝处的沟底坡度（小数计）；

i_o ——预期淤积坡度（小数计）。

一般认为：预期淤积坡度与原沟底坡度有一定关系，即：

$$i_o = C i_c \quad (22)$$

式中 C 为比例系数。作为工程设计， C 值可参考表 8。

表 8 C 值表

泥石流作用强度	严重的	一般的	轻微的
C 值	0.7~0.8	0.6~0.7	0.5~0.6

成群的坝体往往用来防护沟底、侧壁、拓宽沟底，当拦挡坝为停留大石块时，需在一定长度内连续修建，需要修建的全长可参考下式计算：

$$L_1 = f L_o \quad (23)$$

式中 L_1 ——拦截段全长，m；

f ——系数，严重的泥石流沟 2.5，一般的泥石流沟 2.0，轻微的泥石流沟 1.5；

L_o ——粒径为 d 的石块降低到规定速度时所需平均长度，m，见表 9。

不论单个或成群设置的拦挡坝均应考虑有较大的库容和较好的基础。

表 9 L_o 值表

d (cm)	10	20	30	40	50	60
L_o	350	300	250	200	150	100

11.2.3 本条说明了不同目的坝体高度的最低要求。对以拦挡泥石流固体物质为主的拦挡坝淤满了怎么办？一般有两种方法，一是清除，这对间歇性泥石流沟尚可使用，但对常发性泥

石流沟则十分困难。另一种方法是将原坝加高，可在原地加高，也可在原坝上游淤积体上加高，这是最常用的方法，而且较为经济。

为稳定滑坡的拦挡坝坝高可参考下式计算：

$$H = h + h_1 + L_1 (i_c - i_0) \quad (24)$$

$$h = \left[\frac{2.4 P}{\gamma \tan^2 (45^\circ + \frac{\phi}{2})} \right]^{1/2} \quad (25)$$

式中 H ——设计拦挡坝高度，m；

h ——稳定滑坡所需高度；

h_1 ——滑坡滑面距沟底高度平均值，m；

L_1 ——坝距滑坡的平均距离，m；

P ——滑坡剩余下滑力，kN/m；

γ ——淤积物容重，kN/m³；

ϕ ——淤积物内摩擦角，度。

11.2.4 拦挡坝的基础设置是个很重要的问题，如处理不好，为保护基础的造价会等于或超过坝体的造价。基础的主要问题是冲刷。拦挡坝的坝下冲刷由侵蚀基面下降、泥沙水力条件改变和坝下冲刷三部分组成。

因此对独立的坝体或群坝中最下游坝体的基础埋深要认真地研究。目前常采用坝下护坦和消力槛的办法加以保护。

11.2.5 泥石流中有大量的石块和漂砾，背水面垂直可避免石块撞击坝身而造成破坏。泄水口磨损非常严重，要采用整体性较好和耐磨的材料修建，根据不同情况采用混凝土、钢筋混凝土、钢筋或钢轨衬砌。对整体性较差的坝体，如干砌块石坝，泄水口附近也需用混凝土浇筑。在泥流等细颗粒泥石流沟道中的拦挡坝，背水面不一定要垂直。泄水口的抗磨性要求可较低。

11.2.6 拦挡坝上每米宽度上的泥沙压力可按式（26）计算。

$$P_c = \frac{1}{2} \gamma_c H^2 (1 + \frac{2h}{H}) \tan^2 (45^\circ - \frac{\phi}{2}) \quad (26)$$

式中 P_c ——坝上的泥沙压力，kN/m；

γ_c ——泥石流容重，kN/m³；

H ——拦挡坝高度，m；

h ——拦挡坝泄流口处泥石流流深，m；

ϕ ——泥石流内摩擦角，度，如无实测资料时，可参考表 10。

表 10 泥石流内摩擦角

γ_c (kN/m ³)	<16	>16
(度)	0	0.125 ($\gamma_0 \sim \gamma_b$)

泥石流冲击力分浆体动压力和大石块冲撞力两部分，浆体动压力可用动量平衡原理导出：

$$F_t = mV \quad (27)$$

式中 m ——泥石流的质量，其等于 ρQt ； $m = \rho Qt$ ， Q 为泥石流流量。

F ——冲击力；

t ——冲击力作用时间；

V ——为泥石流流速。

当过流面积为 ω 时，则单位面积冲积力 f 为：

$$f = \frac{F}{\omega} = \rho V^2 = \frac{\gamma_c}{g} V^2 \quad (28)$$

式中 f ——单位面积冲击力，kN/m²；

γ_c ——泥石流容重，kN/m³；

V ——泥石流流速，m/s；

g ——重力加速度，m/s²。

1966 年在云南东川蒋家沟曾用压力盒进行冲击力测定，平均冲击力为 95kN/m²。1973 年又用电感压力盒测定，其值与计算值相差不多。

目前，国内对泥石流冲击力的研究也取得了很大进展，中科院成都所根据弹性碰撞理论推导出以下公式。

将被撞建筑物概化成悬臂梁类型（如墩、台柱、直立跌水井等）和简支梁类型（如闸、格栅堤、软地基上两岸坚实的坝等），公式为：

$$F = \sqrt{\frac{AEJGV^2 \cos^2 \alpha}{gL^3}} \quad (29)$$

式中 F ——个别石块冲击力，kg；

A ——系数，当构件为悬臂梁时， $A=3$ ；当构件为简支梁时， $A=48$ ；

E ——被撞构件之杨氏模量，kg/m²；

J ——被撞构件通过中性轴之截面惯性矩，m⁴；

G ——石块重量，kg；

V ——石块流速（通常与流体等速），m/s；

L ——构件长，m；

α ——冲击力方向与法线夹角；

以上计算公式可供设计时参考，有实测或试验资料时，应采用实际值。

泥石流拦挡坝建成后，最危险的时候是泥石流一次充满坝体库容，前部并有石块撞击

坝体。但这种机会不是很多的。因此我们认为这是属于特殊组合。如果泥石流已充满坝体库容，大石块就不会再有巨大的撞击。而且随着泥石流的逐渐固化，摩擦角将逐步增大，因此坝体的最大受力时间是很短暂的。因此拦坝设计时，应尽量采用减少前期受力的措施。

11.2.7 消力槛是拦挡坝防冲刷和消能的有效形式之一，如修建护坦也宜在消力槛内，并埋入沟底，以免被过坝的大石块击毁。消力槛的位置应大于射流长度，其距离一般可参考下式计算。

$$L=1.25 V_c (H+h)^{1/2} \quad (30)$$

式中 L ——消力槛距拦挡坝的距离，m；

H ——拦挡坝高度，m；

h ——拦挡坝顶泥石流过流深度，m；

V_c ——拦挡坝泄流口泥石流泄流速度，m/s。

11.2.8 格栅坝是泥石流拦挡坝的一种特殊形式，它可以采用圬工坝上留窄缝、孔洞等形式，也可用钢杆件或混凝土杆件组装或安置在圬工墩台间，亦可采用桩式或A字形三角架式的桩林坝，还可采用钢索网状坝。它的主要作用是拦住大石块，而将其它泥石流排出，在流量大时可能暂时蓄满，之后较小颗粒逐渐流出，有调节流量的作用。格栅坝希望不要很快的淤满，因此栅距较大，但最终仍将淤平，逐渐与实体坝一致。

11.3 停淤场

11.3.1 泥石流停淤场是一种利用面积来停淤泥石流的措施。稀性泥石流流到这里后，流动范围扩大，流深及流速减小，大部分石块失去动力而沉积。对于粘性泥石流，则利用它有残留层的特征，让它粘附在流过的地面上。在城市上、下游有较广阔的平坦地面条件时，是一种很好的拦截形式。如果停淤场处的坡度较大，就不易散布在较大的面积上，应用拦坝等促使它的扩散。根据甘肃省武都地区的试验、观测，粘性泥石流在流动一定距离后可能扩散的宽度可用式(31)计算：

$$B=4\sqrt{\frac{\tau_o}{\gamma_c i_c}} L \quad (31)$$

式中 B ——粘性泥石流流动 L 长度后泥石流的扩散宽度，m；

τ_o ——泥石流值限静切压力，kPa；

γ_c ——泥石流容重，kN/m³；

i_c ——停淤场流动方向的坡度，小数计。

流动 L 米距离后，泥石流可能的停留量：

$$W_u = 5\left(\frac{\tau_o}{\gamma_c i_c} L\right)^{3/2} \quad (32)$$

式中 W_u ——在流动 L 米距离后粘性泥石流可能停积的泥石总量，m³。

停淤场下游流量将要较原设计流量减小，其折减系数 K 可参考下式：

$$K = 1 - \frac{W_u}{W_c} \quad (33)$$

式中 K ——泥石流流量折减系数；

W_u ——停淤场停淤的泥石流量， m^3 ；

W_c ——一次泥石流的总量， m^3 。

对于稀性泥石流，停淤场内可能停留的石块直径与流动长度大约用下式计算：

$$L = 1.5 Q_c i_c^{0.7} d_u^{-0.85} \quad (34)$$

式中 L ——稀性泥石流在停淤场内流动长度， m ，在此距离内泥石流流动宽度不断增加，扩散角一般不小于 15° ；

Q_c ——泥石流流量， m^3/s ；

i_c ——停淤场流动方向坡度，小数计；

d_u ——在经过 L 长度后，可能停留下来的石块直径， m 。

流量折减系数 K 可按下列下式计算：

$$K = 1 - P \frac{\gamma_s - \gamma_b}{\gamma_h - \gamma_b} \quad (35)$$

式中 P ——泥石流中大于或等于 d_u 颗粒的石块占总泥沙量的百分数（小数计）；

γ_s ——泥石流容重， kN/m^3 ；

γ_h ——泥沙颗粒容重， kN/m^3 ；

γ_b ——水的容重， kN/m^3 。

过水的停淤场对防治来说，不起什么作用，因此规定了停淤场的必要条件，计算时可参考上列各式。

11.3.2 泥石流停淤场内的拦坝及导流坝的作用是使泥石流能流过更多的路程，扩散到更大面积的原则布设，使泥石流尽可能多地停积在停淤场内。

11.3.3 停淤场内的拦坝是一种临时性的建筑，而且可能经常改变，因此材料宜就地取材，并节省费用。

11.4 排导沟

11.4.1 排导沟是城市排导泥石流的必要建筑物，根据各地的经验，排导沟宜选择顺直、坡降大、长度短和出口处有堆积场地的地方，其最小坡度不宜小于表 11 所列的数值。

表 11 排导沟沟底设计纵坡参考值

泥石流性质	容重 (kN/m ³)	类别	纵坡 (%)
稀性	14~16	泥流	3~5
		泥石流	5~7
	16~18	泥流	5~7
		泥石流	7~10
		水石流	7~15
粘性	18~22	泥流	8~12
		泥石流	10~18

11.4.2 排导沟与天然沟道的连接十分重要, 根据实践经验, 收缩角不宜太大, 否则容易引起淤积和发生泥石流冲起越过堤坝等事故。

11.4.3 较窄的沟道能使泥石流有较大的流速减少淤积, 也可以减少在不发生泥石流时水流对沟底的冲刷。但沟底较窄时需要较大的沟深, 因此沟底宽度是要根据可能的沟深来综合考虑的。目前沟道宽度往往是比照天然沟道中流动段的宽度, 可参照铁道研究院西南所的公式计算确定:

$$B \leq \left(\frac{i}{i_c}\right)^2 B_c \quad (36)$$

式中 B ——排导沟底宽, m;

B_c ——流通区天然沟宽, m;

i ——排导沟坡度, 小数计;

i_c ——流通区沟道坡度。

也可根据甘肃省武都地区对泥石流沟道的调查, 建议的沟底宽度:

当排导沟断面为梯形时:

$$B=0.81 i^{-0.40} F^{0.44} \quad (37)$$

当排导沟断面为矩形时:

$$B=1.7 i^{-0.40} F^{0.28} \quad (38)$$

式中 B ——排导沟宽度, m;

i ——排导沟坡度, 小数计;

F ——流域面积, km²。

11.4.4 为保证泥石流中大石块的通过, 设计沟深不仅应保证泥石流的正常通过, 而且应大于最大石块直径 1.2 倍。对于粘性泥石流, 不小于泥石流波状流动高度。泥石流的波高, 可按甘肃省武都地区公式计算:

$$h_c = 2.8 \left[\frac{\tau_o}{\gamma_c i_c} \right]^{0.92} \quad (39)$$

式中 h_c ——泥石流波高, m;

τ_o ——粘性泥石流的极限静切应力, kPa;

γ_c ——泥石流容重, kN/m^3 ;

i_c ——沟床坡度, 小数计。

在泥石流排导沟的弯道地段, 还应加上弯道超高值, 其超高值据调查, 可按以下公式计算:

$$h_E = \frac{V_c^2 B}{2gR} \quad (40)$$

式中 h_E ——泥石流在弯道外侧超过中线设计泥位的超高值, m ;

V_c ——泥石流流速, m/s ;

R ——弯道中心线半径, m ;

B ——设计泥石流深时的泥面宽, m ;

g ——重力加速度, m/s^2 。

在排导沟进口不平顺有顶冲处, 应加上泥石流的顶冲壅高值 h_s 。

$$h_s = \frac{V_c^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (41)$$

式中 h_s ——泥石流顶冲高值, m ;

α ——泥石流流向与堤坝夹角, 度。

泥石流排导沟不仅应保证建成时泥石流的通过, 而且要保证在淤积后能够通过。考虑到 50 年一遇流量恰好发生在第 50 年时发生的机率很低, 因此其淤积计算年限都较设计年限要短, 这与交通部大中桥位设计规程的标准是一致的。

11.4.5 稀性泥石流对排导沟侧壁冲刷较为严重, 粘性泥石流一般冲刷较轻, 但粘性泥石流沟平时也会发生一般洪水, 会对侧壁造成冲刷, 因此城市中的泥石流排导沟一般都应该护砌。

11.4.6 将泥石流改向相邻的沟道, 使城市免受泥石流的危害, 在条件许可时, 是值得采用的一种措施, 但应论证其改道的可靠性和对周围环境的影响。

12 防洪工程管理

12.1 一般规定

12.1.1 本章为新增内容，规定防洪工程管理设计的主要内容，运行期管理只是提原则性要求，具体的管理细则应由管理者根据有关法律法规及规范结合工程运行的实际制定。

本条总括规定了防洪工程管理设计的主要内容。城市防洪工程管理是城市防洪工程设计的重要组成部分，是城市防洪工程建成投产后能够正常安全运行、发挥工程效益的基础。在社会主义市场经济体制逐步建立、传统水利向现代水利和可持续发展水利转变的新形势下，工程管理提到了一个相对比较高的高度。因此，只有加强对城市防洪工程的管理，才能最大限度地发挥城市防洪工程的效益，保障城市经济的可持续发展。这就要求城市防洪工程设计重视工程管理设计，针对城市防洪工程工程类型多、密度大、标准高的特点，进行管理设计，为运行管理打好基础。

12.1.2 本条是根据《中华人民共和国水法》的规定和工程实际需要制定的，工程管理用地是保证工程安全、进行工程管理所必须，现实城市用地十分紧张，地价昂贵，造成管理用地的征用比较困难；工程保护范围用地虽不征用，但对土地使用仍然是有限制的。因此，划定工程的管理范围和保护范围是政策性很强的工作，必须以防洪保安为重点，以法律、法规为依据，同时符合地方法规，取得地方政府的支持。

12.1.3 主要防洪建筑物系指防洪堤、防洪墙、水库大坝、溢洪道、防洪闸和较大桥梁等，一般均应设水位、沉陷、位移等观测和监测设备，掌握建筑物运行状态，以便检验工程设计、积累运行与管理资料，确保正常运行，为持续改进提供资料和依据。目前城市防洪工程中的各类单项工程都已有相应的管理设计规范，在这里只是强调应设置必要的观测、监测设施，工程设计时可按相应规范要求进行设计。

12.1.4 蓄滞洪区的运用是为保证重点防洪地区安全和全局的安全而牺牲局部利益的一项重要措施。蓄滞洪区的运用必需是有条件、有计划的运用，才能尽量减少淹没损失。超标准洪水处置区也是如此，建立相应的管理制度，才能将损失降低到最小。

12.2 管理体制

12.2.1 按照国务院体改办 2002 年 9 月 3 日颁布的《水利工程管理体制改革的实施意见》，应根据水管单位承担的任务和收益状况，确定城市防洪管理单位的性质。

第一类是指承担防洪、排涝等水利工程管理运行维护任务的水管单位，称为纯公益性水管单位，定性为事业单位。

第二类是指承担既有防洪、排涝等公益性任务，又有供水、水力发电等经营性功能的水利工程管理运行维护任务的水管单位，称为准公益性水管单位。准公益性水管单位依其经营收益情况确定性质，不具备自收自支条件的，定性为事业单位；具备自收自支条件的，定性为企业。目前已转制为企业的，维持企业性质不变。

第三类是指承担城市供水、水力发电等水利工程管理运行维护任务的水管单位，称为经营性水管单位，定性为企业。

城市防洪工程基本上是以防洪为主的纯公益性的水利工程，或者是准公益性的水利工程，城市防洪管理单位一般没有直接的财务收入，不具备自收自支条件，其管理单位大多为事业单位。

12.2.2 城市防洪管理的内容包括了水库、河道、水闸、蓄滞洪区等调度运用、日常维护和管理，同时，与城市供水、水资源综合利用紧密地结合在一起。《中华人民共和国水法》的规定，“国家对水资源实行流域管理与行政区域管理相结合的管理体制。”；《中华人民共和国防洪法规定》“防汛抗洪工作实行各级人民政府行政首长负责制，统一指挥、分级分部门负责。”；国家防汛总指挥部《关于加强城市防洪工作的意见》中要求“必须坚持实行以市长负责制为核心的各种责任制。”、“建议城市组织统一的防汛指挥部，统一指挥调度全市的防洪、清障和救灾等工作。”。本条根据上述法律法规文件精神制定，要求城市防洪工程设计时，明确城市防洪管理体制，即根据城市防洪工程的特点、工程规模、管理单位性质确定管理机构设置和人员编制，明确隶属关系、相应的防洪管理权限。

对于新建工程，应该建立新的防洪管理单位。对于改扩建工程，原有体制还基本合适的，可结合原有管理模式，进行适当调整和优化；如原有管理模式确实已不适合改建后工程的特点，也可建立新的管理单位。

目前，我国的水管理体制还比较松散，很多城市的防洪工程分别由水利、城建和市政等部门共同管理。在这种体制下，不可避免地形成了各部门之间业务范围交叉、办事效率低下、责任不清等状况，不利于城市防洪的统一管理，也不利于城市防洪工程整体效益的发挥，应逐步集中到一个部门管理，实施水务一体化管理。

12.3 防洪调度

12.3.1~12.3.2 规定城市防洪工程整体防洪调度原则。

12.3.3 规定城市防洪工程单项工程防洪调度原则。

12.3.4 城市防洪是一项涉及面很广的系统工程。除建设完整的工程体系外，还需加强城市防洪非工程体系的建设。工程措施与非工程措施并用，才能最大限度地发挥城市防洪工程的效益。防洪非工程措施包括加强管理、通讯、预报、预警等措施。防汛指挥调度系统包含水库、河道、水闸等城市防洪工程的调度，也包含了对非工程措施的管理。因此，建立防汛指挥调度系统是非常必要的，在此规定了防汛指挥调度系统应包括的主要内容。

12.3.5 编制城市防洪调度预案和城市防洪超标准洪水调度预案是建立防汛指挥调度系统的基础。本条提出了编制洪水调度预案和超标准洪水调度预案时应考虑的因素。调度预案应在防御洪水方案和洪水调度方案的框架内编制。并根据防洪工程的实际情况，按照河系防洪规划、城市防洪总体规划等有关规划的精神，对洪水调度方案进行细化，形成的预案要具有可操作性、可选择性，有利于有关部门进行决策。

12.3.6 本条规定了防汛指挥调度系统中的水情自动测报、通信系统、计算机网络系统、决策支持系统的建设应符合有关专业规范的要求。在其它专业规范中有详细规定的内容，原则上采用相应的专业规范，本规范不再赘述。

12.3.7 防汛指挥调度系统应是一个实时的、动态的系统，在实际运行中应进行动态管理，结合新的工程情况和调度方案进行不断修订，不断补充完善。这其中既包括由于工程情况和调度方案的变化而造成的防汛指挥调度系统的修订，也包括随着科技的发展和对防汛指挥调度系统认识及要求的提高而需要进行的修订。

12.4 年运行管理费测算

12.4.1 城市防洪安全是关系到社会安定、经济发展的大事。保证工程发挥效益，必须做好防洪工程的管理工作，必须要有稳定的经费来源作保证。即要完善各项管理规章制度，又要落实管理费用，工程建设与工程管理并重。年运行管理费用测算，是为有关部门筹集维护管理资金和制定相关的财务补贴政策提供数值依据。

12.4.4 规范 SL72—94 中对水利经济、财务评价的基本准则，年运行管理费的项目内容和计算方法及综合利用水利建设项目费用分摊办法等都作了明确规定。故条文规定城市防洪工程的年运行管理费的计算、方法和要求，应按照该规范的有关条文执行，但同时要符合国家现行的财务会计制度。

12.4.5 《中华人民共和国防洪法》第六章第四十九条的规定，“城市防洪工程设施的建设和管理费用，由城市人民政府承担”；国家防汛总指挥部《关于加强城市防洪工作的意见》明确提出“城市防洪工程建设、维修和管理所需经费，主要应由地方自筹解决。与大江大河有密切关系的大城市防洪骨干工程，仍以地方为主，中央可予以适当补助。城市应从地方财政和城市维护建设费中拨出一定经费，按照城市防洪规划进行城市防洪工程建设和维修管理。同时还应按照“谁受益，谁出资”的原则，采取多层次、多渠道的途径开辟资金来源，……”，本条根据上述法律法规制定。

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 本章为新增内容。本条根据《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 253 号）第二章第九条“建设单位应当在建设项目可行性研究阶段报批环境影响报告书、环境影响报告表或环境影响登记表，……”。城市防洪工程对环境可能造成重大影响的，应当编制环境影响报告书，进行全面、详细的评价；对环境可能造成轻度影响的，应编制环境影响报告表。具体应当根据《建设项目环境保护分类管理名录》（国家环境保护总局令 第 14 号）附表的要求确定。

13.1.2 规定了城市防洪工程环境影响评价的依据。

13.1.3 规定了城市防洪工程环境影响评价应包括的对特有环境影响内容。

13.2 水土保持设计

13.2.1~13.2.3 规定了水土保持设计的依据与城市防洪工程水土保持设计的特殊要求。