

宁波市工程建设地方细则

2022 甬 DX-X

# 宁波市市区排水防涝技术标准

Standard for Urban Flooding Prevention and Control in Ningbo

2022-X-X 发布

2022-X-X 实施

宁波市住房和城乡建设局

发布



宁波市工程建设地方细则

# 宁波市市区排水防涝技术标准

Standard for Urban Flooding Prevention and Control in Ningbo

2022 甬 DX-X

主编单位：

参编单位：

批准部门：宁波市住房和城乡建设局

实施日期：2022 年 X 月 X 日



## 前 言

为贯彻落实浙江省人民政府防汛防台抗旱指挥部办公室与浙江省住房和城乡建设厅《关于进一步加强城市排水防涝工作的意见》（浙防指办〔2021〕7号）的通知要求，标准调查组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国家标准、地方标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准共分 11 章和 3 个附录，主要技术内容是：总则，术语，城镇内涝防治系统，设计暴雨与设计流量，源头减排设施，雨水管渠设施，排涝除险设施，内涝风险评估和防治，运行维护，智慧雨水系统，地下空间、下沉空间内涝防治措施等。

本标准由宁波市住房和城乡建设局负责管理，由宁波市城建设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。请各单位在执行过程中，注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给以上单位，以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位及主要起草人、主要审查人：

**主 编 单 位：**

**参 编 单 位：**

**主要起草人：**

**主要审查人：**

|

# 目 次

1 总 则.....	1
2 术 语.....	2
3 城镇内涝防治系统.....	6
3.1 一般规定.....	6
3.2 技术要求.....	7
4 设计暴雨与设计流量.....	9
4.1 一般规定.....	9
4.2 设计暴雨.....	9
4.3 地表产流.....	13
4.4 源头减排设施设计流量.....	15
4.5 雨水管渠设计流量.....	16
4.6 排涝除险设施设计流量.....	18
5 内涝风险评估.....	20
5.1 一般规定.....	20
5.2 数学模型法.....	21
5.3 指标体系法.....	21
5.4 历史灾情法.....	22
5.5 内涝风险点识别.....	23
6 源头减排设施.....	24
6.1 一般规定.....	24
5.2 常用源头减排设施.....	26
7 雨水管渠设施.....	30

7.1 一般规定.....	30
7.2 雨水管渠系统.....	31
7.3 雨水泵站.....	37
7.4 管渠调蓄设施.....	39
8 排涝除险设施.....	41
8.1 一般规定.....	41
8.2 行泄通道.....	41
8.3 调蓄设施.....	42
8.4 城镇水体.....	43
9 地下空间、下沉空间内涝防治措施.....	45
9.1 一般规定.....	45
9.2 地下空间.....	46
9.3 下沉空间.....	47
10 运行维护.....	50
10.1 一般规定.....	50
10.2 日常维护.....	50
10.3 应急管理.....	52
11 智慧雨水系统.....	55
11.1 一般规定.....	55
11.2 系统架构.....	55
11.3 物联感知.....	56
11.4 基础支撑.....	56
11.5 数据资源.....	57
11.6 系统应用.....	58



11.7 安全体系.....	58
11.8 运行管理.....	59
11.9 标准规范.....	59
附录 A 内涝防治设计报告.....	60
A.1 一般规定.....	60
A.2 报告内容.....	60
A.3 图纸.....	61
附录 B 内涝防治设计校核.....	63
附录 C 宁波市市区 30min、1h、2h、3h、24h 降雨查算表.....	66
本规范用词说明.....	68
引用标准名录.....	69
附：条文说明.....	69

# 1 总 则

**1.0.1** 为指导城镇内涝防治的工程规划设计和管理工作，提升城镇内涝防治能力，有效防治城镇内涝，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于宁波市区内新建、改建和扩建的城镇内涝防治设施的规划、设计和管理。

**1.0.3** 城镇内涝防治设施的规划设计，应以国土空间总体规划为依据，并与防洪、排水、海绵城市、水系、竖向、道路交通、蓝线、环境保护、绿地、地下空间利用、防灾减灾等相关规划相协调。

**1.0.4** 应按城镇内涝防治专项规划的相关要求，确定内涝防治设施的标准、雨水的排水分区和排水出路，因地制宜进行内涝防治设施的建设。对近期难以达到内涝防治设计重现期的地区，可结合地区的整体改造和城镇易涝点治理，分阶段达到该标准，并应考虑应急措施。

**1.0.5** 城镇内涝防治的规划设计除应符合本标准外，尚应符合国家、行业和地方现行相关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 内涝 local flooding

一定范围内的强降雨或连续性降雨超过其雨水设施消纳能力,导致地面产生积水的现象。

### 2.0.2 城镇内涝 urban flooding

城镇范围内的强降雨或连续性降雨超过城镇雨水设施消纳能力,导致城镇地面产生积水的现象。

### 2.0.3 城镇内涝防治系统 urban flooding prevention and control system

用于防止和应对城镇内涝的工程性措施和非工程性措施以一定方式组合成的总体,包括雨水渗透、收集、输送、调蓄、行泄、处理和利用的自然和人工设施以及管理措施等。

### 2.0.4 设计暴雨 design storm

符合设计标准的,作为城镇内涝防治系统设计依据所拟定的一场暴雨。

### 2.0.5 设计雨量 design rainfall depth

符合设计标准的,作为城镇内涝防治系统设计依据所计算的降雨量。

### 2.0.6 降雨历时 design duration of rainfall

降雨过程中的设计时段。

### 2.0.7 设计雨型 design rainfall pattern (distribution)

反映降雨强度随时间变化的典型降雨过程。

### **2.0.8 暴雨强度 rainstorm intensity**

单位时间内的降雨量，工程上常用单位时间单位面积内的降雨体积表示，其计量单位以  $L/(s \cdot hm^2)$  表示。

### **2.0.9 重现期 recurrence interval**

在一定长的统计期间内，等于或大于某统计对象出现一次的平均时间间隔。

### **2.0.10 汇水面积 catchment area**

设计汇集降雨的流域面积。

### **2.0.11 地面集水时间 time of concentration**

雨水从相应汇水面积的最远点地面流到雨水设施入口的时间。

### **2.0.12 径流系数 weighted runoff coefficient**

在总汇水面积上各种不同性质地面的雨量径流系数的面积加权平均数值。

### **2.0.13 行泄通道 flooding pathway**

承担内涝防治系统雨水径流输送和排放功能的通道，包括开敞的洪水通道、规划预留的雨水行泄通道，道路两侧区域和其他排水通道。

### **2.0.14 下凹绿地 sunken greenbelt**

低于周边汇水地面或道路，且可用于渗透、滞蓄和净化雨水径流的绿地。用于源头减排时，主要功能为径流污染控制，兼有削减峰值流量的作用；用于排涝除险时，主要功能为削减峰值流量。

### **2.0.15 下沉式广场 sunken open area**

高程低于周边汇水地面标高的广场，当降雨超出源头减排设施和

雨水管渠的承载能力时，可临时调蓄周边地区的雨水径流，起到排涝除险作用。

#### **2.0.16 城镇水体 city water**

指能够对雨水径流起到调节作用的河道、池塘、景观水池等天然或人工水体。

#### **2.0.17 河道基本水面率 river basic water surface rate**

指一定区域范围内，按照以不减少现状河道水域面积为基础，同时满足经济社会发展对河道水域防洪排涝、水资源利用、景观、生态保护等多种功能需求和技术标准要求，确定的河道水域面积占国土面积的最小比率。

#### **2.0.18 源头减排 source control**

雨水降落下垫面形成径流，在排入市政排水管渠系统之前，通过渗透、净化和滞蓄等措施，控制雨水径流产生、减排雨水径流污染、收集利用雨水和削减峰值流量。

#### **2.0.19 生物滞留设施 bioretention facility**

通过植物、土壤和微生物系统滞蓄、渗滤、净化径流雨水的设施。

#### **2.0.20 植草沟 grass swale**

用来收集、输送、削减和净化雨水径流的表面覆盖植被的明渠。

#### **2.0.21 防涝应急设施 emergency facilities for local flooding prevention and control**

常备应对内涝的应急设备的统称。包括排涝抢险移动式泵车、水泵、临时发电机、运输车、冲锋舟等。

### **2.0.22 物联网 internet of things**

兼容不同通信协议，支持水位、流量、运行工况等不同类型监测设备接入与管理，通过统一的数据传输和标准的开放接口为上层应用提供数据支撑。

### **2.0.23 地理信息系统 geographic information system**

作为智慧雨水系统建设项目的的基础应用技术，对设施设备管理、人员管理、业务流程管理提供有关地理分布数据的采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述。

### **2.0.24 微服务 microservices**

通过提炼通用业务，适应系统建设快速迭代，按照业务划分为一个独立的可运行服务单元。服务进行集中化管理，支持分布式系统和自动化部署，可以使用不同的编程语言和存储技术进行开发。

### **2.0.25 雨水数学模型 mathematical model of rainwater**

通过计算机模拟计算，雨水数学模型可精确计算雨水管渠在不同降雨和控制条件下的流量、水位、流速，预测地面积水发生的范围、深度和积水时间，精确量化雨水系统能力和风险；通过对城市下垫面精细化的解析，能够精确地反映下垫面构成、不透水率和径流系数等排水设计参数，为城市内涝风险评估预警提供科学技术手段。

## 3 城镇内涝防治系统

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 城镇内涝防治系统应贯彻从源头到末端全过程管控的理念，包括源头减排、雨水管渠和排涝除险等工程性设施，以及应急管理等非工程性措施，并与流域洪涝治理措施相衔接。

**3.1.2** 城镇内涝防治系统的规划和设计应在管控单元范围内统筹规划、合理布局，并应符合下列规定：

1 应为城镇雨水径流提供空间和出路，对于内涝防治设计重现期下超出源头减排设施和雨水管渠承载能力的雨水，可设置行泄通道、调蓄设施等排涝除险设施；

2 应遵循就地解决本区域内涝问题的原则，不宜把内涝问题从一个地区转移到另一个地区，或将上游的问题转移到下游；

3 宜采用或模拟自然排水方式，利用水体、绿地、广场和道路等现有设施，提高内涝防治能力；

4 应考虑上游的过境流量。

**3.1.3** 城镇内涝防治系统除应满足规划确定的内涝防治设计重现期外，尚应考虑超过该重现期时的应急措施，并应符合下列规定：

1 保护既有的河道和明渠等敞开式的雨水调蓄、行泄通道；

2 保持雨水调蓄、行泄通道和河道漫滩的畅通，不得非法占用。

**3.1.4** 城镇内涝防治设施应便于维护管理，且不应影响公众健康和安全生产，并应在安全设施、安全防护和危险部位、危险场所等设警

示标志。

**3.1.5** 新建、改建和扩建工程的方案和初步设计阶段应编制内涝防治设计篇章，并参照本标准附录 A 的有关规定。

1 项目可行性研究报告中应编制内涝防治设计篇（章）；

2 项目初步设计或方案论证结论中，应提出初步设计阶段编制内涝防治设计报告的要求，对城镇内涝防治系统影响较大的工程应编制内涝防治设计报告，其他工程可编制内涝防治设计报告，并参照本标准附录 A 的有关规定。

**3.1.6** 源头减排设施、排水管渠设施和排涝除险设施应通过整体系统校核，满足内涝防治设计重现期的要求。内涝防治设计校核参照本标准附录 B 的有关规定。

## 3.2 技术要求

**3.2.1** 当地区整体改建时，对于相同的设计重现期，改建后的径流量不得超过原有径流量。

**3.2.2** 内涝防治设计重现期，应根据区域类型、影响程度和内河水位变化等因素，经技术经济比较后按表 3.2.2 的规定取值，并应符合下列规定：

1 应以内涝管控单元为基础进行复核；

2 对超过内涝防治设计重现期的降雨，应做好应急措施。



**表 3.2.2 内涝防治设计重现期**

建设项目	用地类型	重现期 (P)	地面积水标准
地块	重要地块	100	1.居民住宅和工商业建筑物的底层不进水； 2.道路中一条车道的积水深度不超过 15cm。
	一般地块	50	
道路	重要道路	100	
	其他城市道路	50	

注：1.重要地块主要指交通枢纽、学校、医院、行政中心和商业聚集区等；  
2.重要道路指城市快速路。

**3.2.3** 建设项目的内涝防治设计应以内涝风险评估为基础，因地制宜地进行内涝防治设施设置，科学布局内涝防治系统。

**3.2.4** 新建项目内涝防治设计首先应满足室外地坪竖向不低于项目所在平原的设防涝水位加上一定超高，其次再通过源头减排设施、管渠系统和排涝除险设施的综合设计，满足城镇内涝防治设计重现期降雨下不积水的要求。

**3.2.5** 改扩建项目内涝防治设计应结合设防涝水位、周边竖向、改造范围、排水通道等条件进行综合考虑，在不增加周边地块和道路的积水风险情况下进行内涝综合治理。

**3.2.6** 建成区内涝防治设计宜结合内涝风险评估结果，科学布设排涝工程设施，管控区域内河水位，并结合内涝风险等级、人口密度和社会经济影响等因素，进行局部调整，合理确定片区建设重点和实施时序。对近期难以达到内涝防治设计重现期的建成区，可结合地区的整体改造和城镇易涝点治理，分阶段达到该标准，并考虑应急措施。

## 4 设计暴雨与设计流量

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 设计暴雨包括设计雨量、降雨历时、设计雨型等；设计流量包括源头减排设施设计流量、雨水管渠设计流量、排涝除险设施设计流量等。

**4.1.2** 设计流量应结合排水分区进行计算，排水分区宜根据地形特征、水系特点等因素进行合理划分。

**4.1.3** 内涝防治系统在不同位置设置多类或多个设施时，应分别确定每个设施设计流量，并需满足整个系统服务范围在内涝防治设计重现期下的要求。

**4.1.4** 内涝防治系统各类设施之间的设计流量衔接，应采用数学模型进行校核。

### 4.2 设计暴雨

**4.2.1** 设计暴雨采用的设计雨量、设计雨型宜根据实测降雨资料分析确定，并宜对取样进行一致性和代表性分析，对统计参数、设计成果等进行合理性分析。

**4.2.2** 城镇内涝防治设施的规划、设计与校核一般采用历时 3~24h 的设计降雨，宁波市区宜采用历时 3h、步长 5min 的设计降雨。

**4.2.3** 当汇水面积超过 2km<sup>2</sup> 时，应考虑降雨时空分布的不均匀性、地面产流过程和径流汇流过程，采用数学模型法计算雨水设计流

量。

**4.2.4** 在缺乏实测资料的情况下，不同重现期 3h 历时内的设计雨量可根据暴雨强度公式计算确定。

**4.2.5** 宜调查分析不同重现期最大 1h 降雨量，作为城镇整体内涝防治能力的评价标准之一。缺乏资料时，宁波市区单小时降雨量可参考下表。宁波市区各重现期、各时长降雨查算表可参照附录 C。

**表 4.2.5 宁波市区 1h 降雨量查算表**

重现期 a	H(mm)								
	P=1	P=2	P=3	P=5	P=10	P=20	P=30	P=50	P=100
海曙区、鄞州区、江北区	39.4	47.5	52.2	58.2	66.3	74.4	79.2	85.2	93.3
镇海片	35.2	45.3	51.3	58.7	68.9	79.0	85.0	92.4	102.6
奉化片	35.3	43.3	47.9	53.8	61.8	69.7	74.4	80.3	88.2
北仑片	36.2	46.4	52.5	60.0	70.3	80.6	86.6	94.2	104.5

**4.2.6** 宁波市区所采用的暴雨强度分区包括鄞州区、海曙区、江北区、镇海片、北仑片和奉化片，适用范围为： $5\text{min} < t \leq 180\text{min}$ ， $P=1$  年~100 年。

海曙区、鄞州区、江北区、镇海区、北仑区和奉化区各分区暴雨强度总公式分别按下式计算：

海曙区、鄞州区、江北区：

$$q = \frac{6576.744 \times (1 + 0.685 \lg P)}{(t + 25.309)^{0.921}} \quad (4.2.6-1)$$

镇海区：

$$q = \frac{2710.303 \times (1 + 0.958 \lg P)}{(t + 15.050)^{0.769}} \quad (4.2.6-2)$$

北仑区：

$$q = \frac{2664.628 \times (1 + 0.945 \lg P)}{(t + 13.262)^{0.763}} \quad (4.2.6-3)$$

奉化区：

$$q = \frac{799.935 \times (1 + 0.75 \lg P)}{(t + 2.08)^{0.508}} \quad (4.2.6-4)$$

式中： $q$ ——设计暴雨强度（L/（s·hm<sup>2</sup>））；

$t$ ——降雨历时（min）；

$P$ ——设计重现期。

**4.2.7** 地面集水时间应根据汇水距离、地形坡度、地面种类和暴雨强度等因素通过计算确定，并应符合下列规定：

1 地面汇水距离不大于 90m 时，可按下式计算：

$$t_1 = \frac{10.41(n_0 \times L)^{0.6}}{q^{0.4} S^{0.3}} \quad (4.2.7-1)$$

式中： $t_1$ ——地面集水时间（min）；

$n_0$ ——粗糙系数；

$L$ ——地面集水距离；

$q$ ——设计暴雨强度[L/（s·hm<sup>2</sup>）]；

$S$ ——地形坡度。

2 地面汇水距离大于 90m 时，可按下式计算：

$$t_1 = \frac{L}{60kS^{0.5}} \quad (4.2.7-2)$$

式中： $k$ ——地面截留系数，用混凝土、沥青或砖石铺装的地面取 6.19，未铺装地面取 4.91；

$S$ ——地形坡度。

**4.2.8** 暴雨设计雨型应满足以下规定：

1 设计雨型应根据地方气候和地形地貌特征，结合历年实测降雨资料，分析降雨时空分布规律，合理选用设计暴雨雨型。

2 缺乏资料时，设计降雨宜采用芝加哥设计雨型。

芝加哥法雨型以统计的暴雨强度公式为基础设计典型降雨过程。通过引入雨峰位置系数  $r$  来描述暴雨峰值发生的时刻，将降雨历时时间序列分为峰前和峰后两个部分。

令峰前的瞬时强度为  $i(t_b)$ ，相应的历时为  $t_b$ ，峰后的瞬时强度为  $i(t_a)$ ，相应历时为  $t_a$ 。取一定重现期下暴雨强度公式形式为： $i = \frac{A}{[t+b]^n}$ ，雨峰前后瞬时降雨强度可由下式计算：

$$i(t_b) = \frac{A \left[ \frac{(1-n)t_b}{r} + b \right]}{\left[ \left( \frac{t_b}{r} \right) + b \right]^{n+1}} \quad (4.2.8-1)$$

$$i(t_a) = \frac{A \left[ \frac{(1-n)t_a}{1-r} + b \right]}{\left[ \left( \frac{t_a}{1-r} \right) + b \right]^{n+1}} \quad (4.2.8-2)$$

式 (4.2.8-1)、(4.2.8-2) 中， $A$ 、 $b$ 、 $n$  为一定重现期下暴雨强度公式中的参数， $r$  为综合雨峰位置系数，是根据每场降雨不同历时峰值时刻与整个历时的比值而加权平均确定的， $r$  位于 0~1 之间（一般取值 0.3~0.4）。

在求出综合雨峰位置系数  $r$  之后，可利用公式 (4.2.8-1)、(4.2.8-2) 计算芝加哥合成暴雨过程线各时段（以 5min 计）的累积降雨量及各时段的平均降雨量，进而得到每个时段内的平均降雨强度，最终确定出对应一定重现期及降雨历时的芝加哥雨型。

### 4.3 地表产流

4.3.1 地表产流流量计算应考虑形地貌特征、下垫面状况及气候因素。

4.3.2 地表产流流量可采用径流系数法、分阶段扣除损失法等方法计算。

4.3.3 径流系数法按式(4.3.3-1)计算,分阶段扣除损失法按式(4.3.3-2)、式(4.3.3-3)计算;精度要求高,且资料条件较好的地区宜采用数学模型计算。

$$Q_{si} = \frac{1000P_i F \phi}{T} \quad (4.3.3-1)$$

式中:  $Q_{si}$ —第  $i$  个时段的设计流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$P_i$ —设计暴雨 ( $\text{mm}$ );

$F$ —面积 ( $\text{km}^2$ );

$\phi$ —径流系数;

$T$ —时间步长 ( $\text{s}$ )。

$$Q_{si} = \frac{100h_i F}{T} \quad (4.3.3-2)$$

$$h_i = P_i - I_0 - \bar{f}t_c - D_0 - E \quad (4.3.3-3)$$

式中:  $h_i$ —第  $i$  个时段的净雨量 ( $\text{mm}$ );

$I_0$ —土壤入渗初期损失量 ( $\text{mm}$ );

$\bar{f}$ —土壤入渗稳定损失率 ( $\text{mm}/\text{h}$ );

$t_c$ —土壤入渗稳定损失历时 ( $\text{h}$ );

$D_0$ —截留和洼蓄量 ( $\text{mm}$ );

$E$ —蒸发量 (mm)，降雨历时较短时可忽略。

**4.3.4** 土壤下渗能力  $f$  随时间变化的过程可采用下式计算：

$$f = f_c + (f_0 - f_c)e^{\frac{-k_0 t_x}{3600}} \quad (4.3.4)$$

式中： $f_c$ —稳定入渗率 (mm/h) 宁波市区可取 0-1.3；

$f_0$ —初始入渗率 (mm/h)，宁波市区可取 1.5-7.6；

$k_0$ —衰减常数 ( $h^{-1}$ )，可取 2-7,宁波市区可取 2；

$t_x$ —下渗时间 (s)。

**4.3.5** 径流系数应根据地面种类、用地类别、建筑密集度以及设计暴雨的降雨历时、重现期等因素确定，并符合下列规定：

1 综合径流系数可根据表 4.3.5-1 规定的径流系数，通过地面种类加权平均计算得到，也可按表 4.3.5-2 的规定取值，并应核实地面种类的种类的组成和比例；

2 采用推理公式法进行内涝设计校核时，宜将表 4.3.5-1 规定的径流系数提高 30%~50%。

**表 4.3.5-1 径流系数**

地面种类	径流系数
各种屋面、混凝土或沥青路面	0.85~0.95
大块石铺砌路面或沥青表面各种的碎石路面	0.55~0.65
级配碎石路面	0.40~0.50
干砌砖石或碎石路面	0.35~0.40
非铺砌土路面	0.25~0.35
公园或绿地	0.10~0.20

表 4.3.5-2 综合径流系数

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

#### 4.4 源头减排设施设计流量

**4.4.1** 源头减排设施设计流量应根据年径流总量控制率确定，年径流总量控制率计算采用宁波市国家气象站 30 年以上日降雨量资料（不包括降雪），忽略 2mm 以下降雨后，将日降雨量值按大小分类，按多年平均径流总量控制率统计确定了设计降雨量值。

**4.4.2** 宁波市区年径流总量控制率可参考下表计算。

表 4.4.2 宁波市区多年平均径流总量控制率与设计降雨对应关系

年径流总量控制率 设计降雨量/mm	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
海曙区、鄞州区、江北区	9.5	11.1	13.0	15.1	17.6	20.7	24.7	30.3	38.6	54.2
北仑区	9.1	10.7	12.4	14.4	16.9	19.8	24.8	29.2	37.6	54.4
奉化区	9.8	11.4	13.4	15.8	18.5	21.9	26.3	32.5	42.6	62.1

注：统计数据来源于宁波市各县市多年平均(1981-2015年)日降雨量（忽略2mm以下降雨）。

**4.4.3** 根据年径流总量控制率对所对应的设计降雨和汇水面积，单一设施具有的调蓄容积一般采用容积法进行计算其规模。容积法按下式



计算。

$$V=10H\phi F \quad (4.4.3)$$

式中：V—设计调蓄容积，m<sup>3</sup>；

H—降雨年径流总量控制率的设计降雨量，mm；

$\phi$ —综合雨量径流系数；

F—设施相对应的汇水面积，hm<sup>2</sup>。

## 4.5 雨水管渠设计流量

**4.5.1** 雨水管渠设计流量依据雨水管渠设计重现期和暴雨强度公式计算。

**4.5.2** 雨水管渠系统重现期应根据汇水范围内用地类型及其重要性、地形特点和气候特征等因素确定。同一雨水系统可采用同一设计重现期或不同设计重现期，不同重现期的汇水面应独立计算设计流量。

**表 4.5.2 市区雨水设施设计重现期（年）**

一般地 块	重要地 块	一般道路	重要道路	地下通道和下沉式 广场	下凹式立体交叉道 路
3	5	3	10	30	30~50

注：1.重要地块主要指交通枢纽、学校、医院、行政中心和商业聚集区等；

2.重要道路指城市快速路；

3.雨水管渠系统重现期应视其所处道路等级和地区重要性不同，按就高不就低的原则选取；

4.对于现状下凹式立体交叉道路雨水管渠及泵站的单项改造工程，应对其设计重现期进行分析论证。如按表 4.5.2 规定的标准进行建设，需对桥体结构进行重大改造，投资巨大，则可在表 4.5.2 的基础上适当降低设计重现期，并通过其他措施，使该下凹式立体交叉道路的防涝标准满足要求。

**4.5.3** 新建城镇雨水管渠的下游设计重现期一般不低于上游，且参与下游管渠流量计算的全部汇水面积所对应的设计重现期应与下游管渠设计重现期一致；当下游设施设计重现期低于上游时，宜在上游设施服务范围内进行调蓄设计。

**4.5.4** 承担重要道路雨水排除任务的雨水管渠流量设计时，宜按道路范围单独划分为独立排水分区进行计算；当两侧地块必须接入该道路下的雨水管渠时，其全部汇水面积所对应的设计重现期均采用该道路的设计雨水重现期。

**4.5.5** 采用推理公式计算雨水管渠的设计流量，应采用下式计算。雨水泵站设计流量，应按泵站进水总管的设计流量计算确定。

$$Q = \phi q F \quad (4.5.5)$$

式中： $Q$ —雨水设计流量（L/s）；

$\phi$ —径流系数；

$q$ —设计暴雨强度[L/(s.hm<sup>2</sup>)]；

$F$ —汇水面积（hm<sup>2</sup>）。

**4.5.6** 采用推理公式法时，其设计暴雨强度宜采用暴雨强度公式进行计算。雨水管渠的设计降雨历时  $t$  应按下式计算。

$$t = t_1 + t_2 \quad (4.5.6)$$

式中： $t_1$ —地面集水时间（min），应根据地面汇水距离、地面坡度、铺装等地形地貌情况，通过计算确定，参考公式(4.2.7-1)和(4.2.7-2)；

$t_2$ —雨水管渠内雨水流行时间（min）。

**4.5.7** 地铁等重要地下设施出入口等重要基础设施必须单独设防，其设防标准应结合具体情况依据相关规范确定。

## 4.6 排涝除险设施设计流量

**4.6.1** 排涝除险设施的设计流量根据内涝防治设计重现期及对应的最大允许积水时间确定，内涝防治系统校核应将排涝除险设施、源头减排设施、雨水管渠设施作为一个整体考虑，满足内涝防治设计重现期的设计要求。

**4.6.2** 行泄通道设计应以通道断面处最大设计流量作为依据。根据通道走向、两侧入流、横断面变化及出流边界条件等可将行泄通道划分为不同长度的控制段，各控制段应以本段最大设计流量作为依据进行分段设计。

对于具有恒定坡度和粗糙系数的简单路段作为行泄通道时，设计流量可采用明渠流公式计算（式 4.6.2-1 和式 4.6.2-2）。

$$Q = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (4.6.2-1)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (4.6.2-2)$$

式中： $Q$ —行泄通道设计流量( $\text{m}^3/\text{s}$ )；可以通过排水管网水力模型计算溢流过程流量过程线，选取其中的最大流量作为设计流量；

$A$ —过水断面面积( $\text{m}^2$ )；

$R$ —水力半径；

$n$ —糙率；

$I$ —通道坡降;

$P$ —过水断面湿周(m)。

**4.6.3** 调蓄设施调蓄量应根据雨水设计流量和调蓄设施的主要功能,经计算确定。

**1** 当调蓄设施用于削减峰值流量时、调蓄量的确定应符合下列规定:

应根据设计要求,通过比较雨水调蓄工程上下游的流量过程线,按下式计算:

$$V = \int_0^T [Q_i(t) - Q_o(t)] dt \quad (4.6.3-1)$$

式中:  $V$ —调蓄量或调蓄设施有效容积( $m^3$ );

$Q_i$ —调蓄设施上游设计流量( $m^3/s$ );

$Q_o$ —调蓄设施下游设计流量( $m^3/s$ );

$t$ —降雨历时(min)。

**2** 当缺乏上下游流量过程线资料时,可采用脱过系数法,按下式计算:

$$V = \left[ -\left( \frac{0.65}{n^{1.2}} + \frac{b}{t} \frac{0.5}{n + 0.2} + 1.10 \right) \times \log(\alpha + 0.3) + \frac{0.215}{n^{0.15}} \right] \times Q_i t \quad (4.6.3-2)$$

式中:  $b$ —暴雨强度公式参数;

$n$ —暴雨强度公式参数;

$\alpha$ —脱过系数,取值为调蓄设施下游和上游设计流量之比。

## 5 内涝风险评估

### 5.1 一般规定

5.1.1 城镇内涝防治系统规划设计应在管控单元内进行内涝风险评估，划分内涝风险等级、绘制内涝风险区划图、识别内涝风险点。

5.1.2 城镇内涝风险评估内容包括现状管渠排水能力评估、现状内涝风险评估、规划设计管渠排水能力评估、规划设计方案内涝风险评估等。

5.1.3 城镇内涝风险评估应采用数学模型法，基础资料不完善的区域，也可采用指标体系法或历史灾情法等进行内涝风险评估。

5.1.4 内涝风险等级宜根据城镇积水时间、积水深度、地表径流流速和积水损失等因素综合确定，内涝风险等级划分为内涝高风险区、内涝中风险区和内涝低风险区，划分标准宜符合下表的规定。

表 5.1.4 内涝风险等级划分标准

防涝风险等级	划分标准		
	重要程度	积水时间 (h)	积水深度 (cm)
内涝高风险区	重要地区	—	$h > 50$ (25)
	一般城区		
内涝中风险区	重要地区	$t > 0.5$	$30$ (15) $< h \leq 50$ (25)
	一般城区	$t > 1.0$	
内涝低风险区	重要地区	$t > 0.5$	$15$ (8) $< h \leq 30$ (15)
	一般城区	$t > 1.0$	

注：1 积水深度的控制要求是指城镇干道中至少双向各一条车道的积水深度不超过限值；

2 括弧内为地面积水流速超过 2m/s 地区的积水深度控制要求；

3 积水时间、积水深度的控制要求需同时满足。

## 5.2 数学模型法

**5.2.1** 采用数学模型进行内涝风险评估时，宜建立降雨模型、地表产汇流模型、管渠模型及河道模型，并进行模型耦合计算。

**5.2.2** 采用数学模型进行城镇内涝风险评估前，应进行模型参数的率定和验证。宜采用 2 场及以上的实测降雨数据对数学模型参数进行率定，监测数据完整的区域宜使用经过校正筛选后的水位、流量等监测数据进行模型参数率定与验证。

**5.2.3** 采用数学模型进行城镇内涝风险评估时，宜进行区域内设计暴雨、洪水与下游水(潮)位等遭遇风险分析，确定适合本区域内涝风险评估的数学模型边界条件。

1 直排区宜采用数学模型法进行内涝风险评估，评估时应确定适合模型的内河、铁路或高速公路等边界条件，并确定设计暴雨和内河水位等。

2 强排区需采用数学模型法进行内涝风险评估，评估时应考虑客水对片区的影响。

**5.2.4** 城镇内涝的积水时间、积水深度和地表径流流速等数据可通过数学模型法计算得到，并依据表 5.1.4 的规定划分内涝风险等级。

## 5.3 指标体系法

**5.3.1** 采用指标体系法进行内涝风险评估时，城镇应因地制宜地建立多级指标体系，并采用专家咨询打分法确定指标权重及内涝风险等级

划分标准，进行内涝风险分析。

**5.3.2** 多级指标体系可依次建立一级指标和二级指标，一级指标宜为危险性、暴露性和脆弱性；选取与一级指标相关的影响因素应建立每个一级指标下的二级指标。

**5.3.3** 危险性与地面高程、排水系统等因素有关，暴露性与人口密度、经济状况等因素有关，脆弱性与防灾抗灾能力等因素有关，城镇应因地制宜地确定指标体系的二级指标。

## 5.4 历史灾情法

**5.4.1** 采用历史灾情法进行内涝风险评估时，应收集历次城镇内涝发生时的发生时间、降雨情况、内涝防治系统情况、淹没情况和受灾情况等城镇历史灾情信息。

**5.4.2** 采用历史灾情法进行内涝风险评估时，城镇应根据可收集到的历史灾情信息，按本标准表 5.1.4 的规定，因地制宜地确定内涝风险等级划分标准，进行内涝风险分析。

**5.4.3** 采用历史灾情法进行内涝风险评估时，应分析设计暴雨及内涝防治系统现状与历史灾情的不同，合理划分内涝风险区、识别内涝风险点。

**5.4.4** 历史灾情法内涝风险评估结果可用于校核数学模型法中的现状内涝风险评估结果。

**5.4.5** 城镇宜收集每次内涝发生的时间、降雨情况、内涝防治系统情况、淹没情况和受灾情况等灾情信息。

## 5.5 内涝风险点识别

**5.5.1** 采用数学模型法或指标体系法进行内涝风险评估时,可得出不同等级的内涝风险区,城镇在划分内涝风险区的基础上,宜综合考虑内涝风险等级、人口密度、社会经济影响等因素,细化、识别并进行内涝风险点分级。

**5.5.2** 采用历史灾情法进行内涝风险评估时,可根据收集的历史灾情信息,综合考虑积水深度、积水时间等因素因地制宜地制定识别标准,识别内涝风险点;并综合考虑积水深度、积水时间、人口密度和社会经济影响等因素,进行内涝风险点分级。

**5.5.3** 内涝风险区内的内涝风险点应得到有效防治,当条件有限时应结合内涝风险点的风险程度,制定合理的防涝工作计划和应急措施。

**5.5.4** 内涝风险点识别应以内涝风险评估结果为依据,内涝风险点一般包括低洼区域、下沉空间及地下空间等。



## 6 源头减排设施

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 源头减排设施的建设应与其他内涝防治设施相互协调，合理确定各项设计参数。

**6.1.2** 城镇内涝防治应按低影响开发理念，在雨水进入城镇排水管道设施前，采取渗透和滞蓄等措施。

**6.1.3** 源头减排设施的设置宜保持或模拟自然水文和生态特征。

**6.1.4** 源头减排设施的类型，应根据宁波地区的地理位置、水系特征和场地条件等因素确定。同一项目可采用单一形式或多种形式组合的源头减排设施。

**6.1.5** 源头减排设施的设计程序，应包含下列内容：

- 1 调查分析相关规划要求、可用空间、土壤渗透性能、地下水位、地形坡度和排水现状等技术因素；
- 2 确定源头减排目标，并通过技术经济比较，确定源头减排方案；
- 3 进行源头减排设施设计；
- 4 对设计结果进行校核。

**6.1.6** 源头减排设施可用于径流总量控制、降雨初期的污染防治、雨水利用和雨水径流峰值削减，设计时应符合下列规定：

- 1 当源头减排设施用于径流总量控制时，应按宁波地区相关规划确定的年径流总量控制率等目标计算设施规模，并宜采用数学模型进行连续模拟校核；当降雨小于规划确定的年径流总量控制要求时，源

头减排设施的设置应能保证不直接向市政雨水管渠排放未经控制的雨水；

2 降雨初期的污染物削减要求，应根据汇水面积、降雨特征、地表状况和受纳水体环境容量等因素综合考虑确定；

3 雨水利用量应根据降雨特征、用水需求和经济效益等确定；

4 雨水径流峰值流量削减应满足：当地区整体改建时，对于相同的设计重现期，改建后的径流量不得超过原有径流量。

**6.1.7** 源头减排设施设计规模的计算，应采用《宁波市海绵城市规划设计导则》的相关规定，若该规范未提及，则应符合《海绵城市建设评价标准》等有关规定。

**6.1.8** 严禁在地表污染严重的地区设置具有渗透功能的源头减排设施。

**6.1.9** 渗滤、渗透及滞蓄设施的有效储存容积，应按下列公式计算：

$$V_{in} = V_s + W_{in} \quad (5.1.9-1)$$

$$W_{in} = KJAt_s \quad (5.1.9-2)$$

式中： $V_{in}$ ——渗透、渗滤及滞蓄设施的径流体积控制规模( $m^3$ )；

$V_s$  ——设施有效滞蓄容积( $m^3$ )；

$W_{in}$  ——渗透与渗滤设施降雨过程中的入渗量( $m^3$ )；

$K$  ——土壤或人工介质的饱和渗透系数， $m/h$ ；根据设施滞蓄空间的有效蓄水深度和设计排空时间计算确定，由土壤或人工介质构成决定，宁波地区常规取值为  $0.05\sim 0.3m/h$ 。

$J$  ——水力坡降。一般取 1；

A——有效渗透面积( $m^2$ );

$t_s$  ——降雨过程中的入渗历时, h。为当地多年平均场降雨历时, 资料缺乏时, 可根据平均场降雨历时特点取 2h~3h。

**6.1.10** 当调蓄设施以雨水利用为主要目的时, 调蓄量应根据雨水利用途径和场地条件等因素综合考虑确定。当用于地下水补给时, 应防止地下水污染等次生灾害的发生。

**6.1.11** 绿地和广场等场所兼作雨水源头减排设施时, 其标高应低于周围汇水地区, 并应设置地表或地下雨水通道。

**6.1.12** 当人工景观水体兼作源头减排设施时, 其设计水位应根据景观和内涝防治要求综合比较后确定, 调蓄水深应根据安全性、水量平衡、竖向关系和景观设计要求等因素确定。

**6.1.13** 当植草沟等雨水转输设施用于排除一定设计重现期下的雨水径流时, 其设计流量应为该重现期下的径流峰值流量。

**6.1.14** 具有渗透功能的源头减排设施, 设施边界距离建筑物基础不应小于 3m, 设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层不应小于 1m; 当不能满足要求时, 应采取措施防止次生灾害的发生。

## 5.2 常用源头减排设施

**6.2.1** 各类用地中源头减排设施的选用应根据不同类型用地的功能、用地构成、土地利用布局、水文地质等特点进行选择, 可参照下表选用。

表 6.2.1 各类用地中海绵设施选用一览表

序号	技术类型	单项设施	用地性质			
			建筑与小区	城市道路	绿地与广场	城市水系
1	渗透技术	下沉式绿地	●	●	●	◎
2		生物滞留设施	●	●	◎	◎
3		绿色屋顶	●	○	○	○
4		透水砖铺装	●	●	●	◎
5		透水水泥混凝土	◎	◎	◎	◎
6		透水沥青混凝土	◎	◎	◎	◎
7		渗透塘	●	◎	●	○
8		渗井	●	◎	●	○
9	调蓄技术	湿塘	●	◎	●	●
10		景观水池	◎	○	●	○
11		雨水湿地	●	●	●	●
12		调蓄池	◎	○	◎	○
13		雨水罐	●	○	○	○
14		调节塘	●	◎	●	◎
15		调节池	◎	◎	◎	○
16	转输技术	转输型植草沟	●	●	●	◎
17		转输型旱溪	◎	◎	●	◎
18	截污净化技术	植被缓冲带	●	●	●	●
19		初期雨水弃流设施	●	◎	◎	○
20		人工土壤渗滤	◎	○	◎	◎
21		卵石带预处理设施	◎	●	●	◎
22		雨水净化回用设施	◎	◎	◎	○
23		生态浮岛	○	○	○	◎

注：● — 宜选用；◎ — 可选用；○ — 不宜选用。

**6.2.2** 生物滞留设施由蓄水层、覆盖层、滤料层、过渡层和排水层五部分组成。生物滞留设施侧面及底部应根据实际需求设置防渗或透水土工布。

**6.2.3** 生物滞留设施主要适用于建筑与小区内建筑、道路及停车场的周边绿地，以及城市道路绿化带等城市绿地内。

**6.2.4** 植草沟一般分为草渠、干草沟、湿草沟和渗透草沟四类。草渠只用作传输设施；干草沟的种植土层渗透性相对较好，底部埋有渗排管；湿草沟作用与线性浅湿地相似，种植湿地植物，具有较好的污染物去除效果；渗透草沟可大量传输和入渗径流，占地面积较大，通常设置在市郊公路旁边。

**6.2.5** 植草沟适用于建筑与小区内道路、广场、停车场等不透水地面的周边，城市道路及城市绿地等区域，也可作为生物滞留设施、湿塘等海绵设施的预处理设施。植草沟也可与雨水管渠联合应用，在场地竖向允许且不影响安全的情况下也可代替雨水管渠。

**6.2.6** 绿色屋顶适用于结构安全、符合防水条件的平屋顶和坡度不大于  $15^{\circ}$  的坡屋顶建筑，优先布置在多层建筑及面积较大的建筑裙楼。

**6.2.7** 绿色屋顶的基本构造（自上而下）包括植被层、种植土、过滤层、排（蓄）水层、保护层、耐根穿刺防水层、普通防水层、找坡层、保温（隔热）层、找平层和结构层。

**6.2.8** 透水路面按照面层材料可分为透水铺装路面、透水水泥混凝

土路面和透水沥青混凝土路面；嵌草砖、园林铺装中的鹅卵石、碎石铺装等也属于透水铺装路面。

**6.2.9** 透水铺装路面和透水水泥混凝土路面主要适用于广场、停车场、人行道以及车流量和荷载较小的道路，如建筑与小区道路、市政道路的非机动车道等。透水沥青混凝土路面还可适用于轻型荷载的机动车道和非机动车道。

**6.2.10** 新建、改建和扩建地区，应就地设置源头调蓄设施，并应优先利用自然洼地、沟、塘、渠和景观水体等敞开式雨水调蓄设施，或通过竖向设计营造雨水滞蓄空间。地上空间紧张的地区，宜设置地下雨水调蓄设施。

**6.2.11** 源头调蓄设施的设计容积，应根据内涝防治设计标准、其他源头减排设施的有效容积、排水管渠和排涝除险设施能力等因素综合考虑确定。

**6.2.12** 地下雨水调蓄设施宜建在绿地、广场和停车场下方，应满足与周围地面相同的荷载要求。调蓄设施周围和上方应留有检修通道和空间。绿地内的地下调蓄池应满足绿地建设的总体要求，调蓄池覆土厚度应根据绿地种植要求确定。

## 7 雨水管渠设施

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 雨水管渠设施由雨水管渠、雨水泵站设施和管渠调蓄设施等组成，主要应对短历时强降雨的大概率事件。

**7.1.2** 城镇雨水管渠系统应根据国土空间总体规划和建设情况统一规划，分期建设。雨水管渠断面尺寸应按远期规划设计流量设计，按现状水量复核，并考虑城镇远景发展需求。

**7.1.3** 雨水管渠设施除应满足雨水管渠设计重现期标准外，尚应和内涝防治系统中的其他设施相协调，满足内涝防治的要求。

**7.1.4** 雨水管渠按内涝防治设计重现期进行校核时，应按压力流计算，并应考虑淹没出流工况。

**7.1.5** 雨水管渠设施的平面位置与高程应根据内涝风险等级区划、地形地质、现状设施、施工条件及养护管理方便等因素综合确定。

**7.1.6** 雨水管渠设施规划设计宜统筹考虑初期雨水污染控制、合流溢流污染控制和雨水利用等工程措施。

**7.1.7** 雨水管渠材质、管渠断面、管道基础、管道接口应根据断面尺寸、管内外所受压力、土质、地下水位、地下水侵蚀性、施工条件和对养护工具的适应性等因素进行选择和设计。

**7.1.8** 雨水管渠的断面形状应符合下列规定：

- 1 雨水管渠的断面形状应根据设计流量、埋设深度、工程环

境条件，并结合宁波市的施工、制管技术水平和经济条件、养护管理要求综合确定，宜选用成品管。

2 大型和特大型管渠的断面应方便维修、养护和管理。

**7.1.9** 雨水管渠系统之间可设置连通管，并应符合下列规定：

1 雨水管渠系统之间可根据需要设置连通管，在连通管处应设置闸槽或闸门。连通管和附近闸门井应考虑维护管理的方便。

2 同一圩区内排入不同收纳水体的自排雨水系统之间，根据收纳水体和管道标高情况，在安全前提下设置连通管。

## **7.2 雨水管渠系统**

### **I 雨 水 管 渠**

**7.2.1** 雨水管渠的平面位置与高程应根据内涝风险等级区划、地形、土质、地下水位、道路情况、原有的和规划的地下设施、施工条件及养护管理方便等因素综合考虑，并应与源头减排设施和排涝除险设施的平面和竖向相协调，且应符合下列规定：

1 雨水干管应布置在排水区域内地势较低或便于雨水汇集的地带；

2 雨水管渠宜沿城镇道路敷设，并与道路中心线平行，宜设在快车道以外；

3 雨水管渠高程设计除应考虑地形坡度外，尚应考虑与其他地下设施的关系及接户管的连接方便。

**7.2.2** 雨水管渠应以重力流为主，不设或少设提升泵站。当无法采用



重力流或重力流不经济时，可采用压力流。

**7.2.3** 雨水干管应布置在排水区域内地势较低或便于雨水汇集的地带。

**7.2.4** 雨水管渠宜沿城镇道路敷设，并与道路中心线平行。道路红线宽度超过 40m 的城镇干道宜两侧布置雨水管渠。

**7.2.5** 雨水管渠排出口标高应与河道水位相衔接，并符合下列规定：

1 雨水管渠排出口顶高程宜高于受纳水体的常水位，条件许可时宜高于设计防洪（潮）水位。

2 当雨水管渠排出口存在受水体水位顶托的可能时，应根据地区重要性和积水影响，设置潮门、闸门或雨水泵站等设施。

**7.2.6** 雨水管渠的流量，应按下式计算：

$$Q=Av$$

式中：Q——设计流量（m<sup>3</sup>/s）

A——水流有效断面面积（m<sup>2</sup>）

v——流速（m/s）

**7.2.7** 恒定流条件下雨水管渠的流速，应按下式计算：

$$v=\frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

式中：v——流速（m/s）；

R——水力半径（m）；

I——水力坡降；

n——粗糙系数。

7.2.8 雨水管渠粗糙系数，宜按表 7.2.8 的规定取值。

表 7.2.8 雨水管渠粗糙系数

管渠类别	粗糙系数 n	管渠类别	粗糙系数 n
混凝土管、钢筋混凝土管、 水泥砂浆抹面渠道	0.013~0.014	土明渠（包括 带皮草）	0.025~0.030
水泥砂浆内衬球墨铸铁管	0.011~0.012	干砌块石渠道	0.020~0.025
石棉水泥管、钢管	0.012	浆砌块石渠道	0.017
UPVC 管、PE 管、玻璃钢管	0.009~0.010	浆砌砖渠道	0.015

7.2.9 雨水管渠的最大设计充满度和超高，应符合下列规定：

- 1 雨水管道应按满流计算。
- 2 明渠超高不得小于 0.2m。

7.2.10 雨水管道的最大设计流速，宜符合下列规定。非金属管道最大设计流速经过试验验证可适当提高。

- 1 金属管道为 10.0m/s。
- 2 非金属管道为 5.0m/s，经试验验证可适当提高。

7.2.11 雨水明渠的最大设计流速，应符合下列规定：

- 1 当水流深度为 0.4m~1.0m 时，宜按表 7.2.11 的规定取值。

表 7.2.11 明渠最大设计流速

明渠类别	最大设计流速 (m/s)
粗砂或低塑性粉质黏土	0.8
粉质黏土	1.0
黏土	1.2
草皮护面	1.6
干砌块石	2.0
浆砌块石或浆砌砖	3.0

石灰岩或中砂岩	4.0
混凝土	4.0

2 当水流深度为 0.4m~1.0m 范围以外时，表 6.2.11 所列最大设计流速宜乘以下列系数：

$h < 0.4\text{m}$	0.85；
$1.0 < h < 2.0\text{m}$	1.25；
$h \geq 2.0\text{m}$	1.40。

注：h 为水流深度。

**7.2.12** 雨水管渠的最小设计流速，应符合下列规定：

- 1 雨水管道在满流时为 0.75m/s。
- 2 明渠为 0.4m/s。
- 3 设计流速不满足最小设计流速时，应增设防淤积或清淤措施。

**7.2.13** 雨水管道采用压力流时，压力管道的设计流速宜采用 0.7m/s~2.0m/s。

**7.2.14** 雨水管道的最小管径与相应最小设计坡度，宜按表 7.2.14 的规定取值。

**表 7.2.14 最小管径与相应最小设计坡度**

管道类别	最小管径 (mm)	相应最小设计坡度
雨水管	300	塑料管 0.002，其他管 0.003
雨水口连接管	200	0.01

**7.2.15** 不同直径的管道在检查井内的连接，应采用管顶平接或水面平接。

**7.2.16** 管道转弯和交接处，其水流转角不应小于 90°。当管径小于或等于 300mm，且跌水水头大于 0.3m 时，可不受此限制。

**7.2.17** 管道地基处理、基础形式和沟槽回填土压实度应根据管道材质、管道接口和地质条件确定，并应符合国家现行标准的规定。如遇软土地基或不均匀地基，管道基础可采用干砌大片、浆砌块石等加固措施，必要时可采用桩基处理并应符合相关要求。

**7.2.18** 管道接口应根据管道材质地质条件确定，并应符合现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB50032 的有关规定。当管道穿过粉砂、细沙层并在最高地下水位以下，或在地震设防烈度为 7 度及以上设防区时，应采用柔性接口。

**7.2.19** 当矩形钢筋混凝土箱涵敷设在软土地基或不均匀地基上时，宜采用钢带橡胶止水圈结合上下企口式接口形式。

**7.2.20** 管顶最小覆土深度，应根据管材强度、外部荷载和土壤性质等条件，结合当地埋管经验确定。管顶最小覆土深度宜为：人行道下 0.6m，车行道下 0.7m，考虑到道路结构层施工对管道的影 响，建议管外顶标高与道路结构层底标高应大于等于 0.5m。管顶最大覆土深度超过相应管材承受规定值或最小覆土深度小于规定值时，应采用结构加强管材或采用结构加强措施。

**7.2.21** 在地形平坦地区、埋设深度或出水口深度受限制的地区，可采用渠道(明渠或盖板渠)排除雨水。盖板渠宜就地取材，构造宜方便维护，渠壁可与道路侧石联合砌筑。

**7.2.22** 明渠和盖板渠的底宽，不宜小于 0.3m。无铺砌的明渠边坡，应根据不同的地质按表 7.2.21 的规定取值；用砖石或混凝土块铺砌的明渠可采用 1:0.75~1:1 的边坡。

表 7.2.22 明渠边坡值

地 质	边 坡 值
粉砂	1:3~1:3.5
松散的细沙、中砂和粗砂	1:2~1:2.5
密实的细沙、中砂、粗砂和黏质粉土	1:1.5~1:2
粉质黏土或黏土砾石或卵石	1:1.25~1:1.5
半岩性土	1:0.5~1:1
风化岩石	1:0.25~1:0.5
岩石	1:0.1~1:0.25

**7.2.23** 渠道和涵洞连接时，应符合下列要求：

- 1 渠道接入涵洞时，应考虑断面收缩、流速变化等因素造成明渠水面壅高的影响。
- 2 涵洞断面应按渠道水面达到设计超高时的泄水量计算。
- 3 涵洞两端应设挡土墙，并护坡和护底。
- 4 涵洞宜采用矩形，如为圆管时，管底可适当低于渠底，其降低部分不计入过水断面。

**7.2.24** 渠道和管道连接处应设挡土墙等衔接设施。渠道接入管道处应设置格栅。

**7.2.25** 明渠转弯处，其中心线的弯曲半径不宜小于设计水面宽度的 5 倍；盖板渠和铺砌明渠可采用不小于设计水面宽度的 2.5 倍。

## II 雨 水 口

**7.2.26** 雨水口的设置应符合下列规定：

- 1 雨水口的形式、数量和布置应按汇水面积所产生的流量、雨水口的泄水能力和道路形式确定。立算式雨水口的宽度和平算式雨

水口的开孔长度、开孔方向应根据设计流量、道路纵坡和横坡等参数确定。本地区宜优先采用组合式雨水口。

**2** 道路交叉口、人行横道上游、沿街单位出入口上游、靠地面径流的街坊或庭院的出水口等处均应设置雨水口，路段的雨水不得流入交叉口；因不均匀沉降造成的易积水区域（公交站台、道路交叉口等处）宜采用线性排水设施。

**3** 雨水口间距应结合设计雨水口泄流能力与雨水管渠设计重现期计算流量进行具体布置，并宜为 25m~50m。重要路段、地势低洼等区域距离可适当缩小。连接管串联雨水口不宜超过 3 个，雨水口连接管长度不宜超过 25m。

**4** 当道路两侧建筑物或小区的标高低于路面时，应在路面雨水汇入处设置雨水拦截设施，并通过雨水连接管接入雨水管道。

**5** 雨水口深度不宜大于 1m，并根据需要设置沉泥槽。雨水口宜采用成品雨水口，并宜设置防止垃圾进入雨水管渠的装置。

**6** 高架道路雨水口的间距宜为 20m~30m。每个雨水口应单独用立管引至地面排水系统，雨水口的入口应设置格网。高架纵坡低点处宜采用线性排水设施。

**7.2.27** 雨水口和雨水连接管设计流量应为雨水管渠设计重现期计算流量的 1.5 倍~3.0 倍，并按该地区内涝防治重现期进行校核。

## 7.3 雨水泵站

**7.3.1** 雨水泵站布置应在满足宁波市市区总体规划和城镇排水专业

规划要求的前提下，合理布局，提高运行效率。

**7.3.2** 雨水泵站可根据水环境和水安全的要求，与径流污染控制、径流峰值削减或雨水利用等调蓄设施合建，并应满足国家现行有关标准的规定。

**7.3.3** 管渠系统中雨水泵站的设计规模，应与城镇内涝防治系统的其他组成部分相协调，在满足内涝防治设计重现期要求的前提下，经技术经济比较后确定。雨水泵站的设计流量，应按泵站进水总管的设计流量计算确定。

**7.3.4** 雨水泵站宜为单独的建筑物。规模较小、用地紧张、不允许存在地面建筑的情况下，可采用一体化预制泵站。

**7.3.5** 单独设置的泵站与居住房屋和公共建筑物的距离应满足规划、消防和环保部门的要求。泵站的地面建筑物应与周围环境协调，做到适用、经济、美观，泵站内应绿化。

**7.3.6** 泵站室外地坪标高应满足防洪要求，并应符合规划部门规定；泵房室内地坪应比室外地坪高 0.2m~0.3m；易受洪水淹没地区的泵站和地下室泵站，其入口处地面标高应比设计洪水位高 0.5m 以上；沿江泵站及其他不能满足上述要求的泵站，应设置防洪墙等防洪措施。沿江泵站围墙建议采用防洪墙形式，（纳入条文说明中）

**7.3.7** 雨水泵站应采用自灌式泵站，如有条件宜采用湿式泵站。

**7.3.8** 雨水泵站供电应按二级负荷设计。特别重要地区的泵站应按一级负荷设计。

## 7.4 管渠调蓄设施

**7.4.1** 当需要削减城镇管渠系统雨水峰值流量时，宜设置管渠调蓄设施。

**7.4.2** 管渠调蓄设施的建设应和城镇水体、园林绿地、雨水泵站等相关设施统筹规划，相互协调，并应优先利用现有设施，必要时可建人工雨水调蓄设施。

**7.4.3** 管渠调蓄设施的调蓄容积宜根据内涝防治设计重现期、降雨特征、雨水排放系统及用水情况等要素综合确定，符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014 和《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB51174 的有关规定，有条件时可建立数学模型进行分析。

**7.4.4** 管渠调蓄设施的位置应根据调蓄目的、排水体制、管网布置、溢流管下游水位高程和周围环境等综合考虑后确定，有条件时应采用数学模型法进行方案优化。

**7.4.5** 用于削减峰值流量的雨水管渠调蓄设施的设计应符合下列规定：

1 应根据设计标准，分析设施上下游的流量过程线，经计算确定调蓄量。

2 当地上建筑密集且地下浅层空间无利用条件时，可采用深层调蓄设施。

**7.4.6** 管渠调蓄设施的放空方式应根据调蓄设施的类型和下游排水系统的能力综合确定，可采用渗透排空、重力放空、水泵排空或多种



放空方式相结合的方式。

**7.4.7** 封闭结构的管渠调蓄池应设置清洗、排气和除臭等附属设施和检修通道。

## 8 排涝除险设施

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 排涝除险设施包括行泄通道、调蓄设施和城镇水体等，主要应对超出源头减排设施和雨水管渠设施能力的雨水控制问题，是城镇内涝防治系统的重要组成部分。城镇水体主要应对长历时降雨的小概率事件。

**8.1.2** 排涝除险设施应以国土空间总体规划和城镇内涝防治专项规划为依据，并应根据降雨规律和暴雨内涝风险等因素，统筹规划，合理确定建设规模。

**8.1.3** 老城区排涝除险设施的建设，需在对现状管网、地表漫流情况等空间和竖向条件评估的基础上合理确定建设方案。

新建城区排涝除险设施的建设，应充分利用城市的现状地形条件，评估地表径流通道，为超标径流预留行泄通道，识别保护现状坑塘、湿地、河道等天然调蓄空间。

**8.1.4** 排涝除险设施具有多种功能时，应明确各项功能并相互协调，并应在降雨和内涝发生时保护公众生命和财产安全，保障城镇安全运行。

### 8.2 行泄通道

**8.2.1** 应对城镇内涝风险进行评估，内涝风险大的地区宜结合其地理位置、地形特点等设置雨水行泄通道。

**8.2.2** 临河建设地块应设置排向河道的地表行泄通道，排水服务范围不宜小于地块面积的一半。

**8.2.3** 选取道路作为排涝除险的行泄通道时，应符合下列规定：

1 应选取排水系统下游的道路，不应选取城镇交通主干道、人口密集区和可能造成严重后果的道路；

2 应与周边用地竖向规划、道路交通和市政管线等情况相协调；

3 行泄通道上的雨水应就近排入城镇水体；

4 路面行泄通道末端接跨桥梁时，若道路坡向发生变化，可结合沿河绿地单独设置排水通道，上游接路面行泄通道最低点，下游接城镇水体；

5 道路设计的纵坡、横坡和路幅宽度等宜结合现状地形综合考虑；

6 达到设计最大积水深度时，周边居民住宅和工商业建筑物的底层不得进水；宜采用数学模型法校核道路作为行泄通道时的积水深度和积水时间。

7 不应设置转弯；

8 应设置行车方向标识、水位监控系统 and 警示标志；

9 路面行泄通道的设计，应根据汇水区域的水文条件、内涝防治标准和城镇用地布局等，通过水文、水力计算确定。

### **8.3 调蓄设施**

**8.3.1** 城镇绿地在城镇内涝防治系统中可用于源头调蓄和排涝除险调蓄。当用于排涝除险调蓄时，城镇绿地高程设计应与相邻用地标高

相协调，有利于接纳周边汇水区域在排水管渠设施超载情况下的溢流雨水。

**8.3.2** 新建、改建或扩建的城镇道路绿化隔离带可结合用地条件和绿化方案设置为下凹式绿地、生物滞留设施等。

**8.3.3** 用于排涝除险调蓄的城镇绿地，应综合考虑绿地下凹深度、雨水停留时间、安全防护要求等，并应符合现行国家标准《城市绿地设计规范》GB50420 和《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB51174 的有关规定。

**8.3.4** 用于排涝除险调蓄的下沉式广场的设计，应综合考虑广场构造和功能整体景观协调性、安全防护要求、积水风险、积水排空时间和其他现场条件，并应符合现行国家标准《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB51174 的有关规定。

**8.3.5** 用于排涝除险调蓄的城镇绿地和广场，应合理设计雨水径流的进出通道，并应设置安全警示牌，标明调蓄启动条件、淹没范围和最高水位。

## **8.4 城镇水体**

**8.4.1** 城镇水体应包括河道、湖泊、池塘等自然或人工水体。城镇内涝防治系统的规划和设计宜利用现有城镇水体，作为排涝除险设施。

**8.4.2** 城镇水体的规划、水系修复与治理，应满足国土空间总体规划中蓝线和水面率的要求，不应缩减河道基本水面率。

**8.4.3** 利用平原内河作为城镇水体进行城镇内涝防治设计时，应按内

涝防治设计标准统一规划，并与平原排涝标准相衔接。城镇水体应具备区域内雨水调蓄、输送和排放的功能。

**8.4.4** 应按城镇内涝防治设计标准对城镇水体的过流能力进行校核。当城镇水体不能满足城镇内涝防治设计标准中的雨水调蓄、输送和排放要求时，应综合采取其他工程措施。

**8.4.5** 当城镇水体通过闸、泵站或其他方式与其他内河、外江相连通时，连通设施应具备防止倒流的措施。

**8.4.6** 城镇人工水体的调蓄能力应根据城镇内涝防治系统规划，结合地形条件、水系特点等确定。兼有多种功能的人工水体，应协调各功能的相互影响。

**8.4.7** 城镇人工水体可采用重力流自排和泵站排放相结合的方式，有自排条件的地区，应以自排为主；自排困难的地区，应设水闸和泵站排放。

**8.4.8** 调蓄水体的水位控制应在其常年水位的基础上合理确定，同时应充分考虑周边已建或规划建设用地的控制标高情况。

## 9 地下空间、下沉空间内涝防治措施

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 地下空间是指地表以下，自然形成或人工开发的空間，是地面空間的延伸和補充，包括地下道路設施、地下軌道交通設施、地下公共人行通道、地下交通場站、地下停車設施等地下道路與交通設施，地下市政場站、地下市政管線、地下市政管廊等地下公用設施，以及地下商業服務設施、地下人民防空設施等；下沉空間包括經設計的下沉式廣場、下穿立交等，或與周邊地形相比相對下凹 0.15m 及以上的地面。

**9.1.2** 地下空間、下沉空間的內澇防治重現期應與其所在區域內澇防治重現期相協調，可根據其重要性、功能等級等分級設防，設置為防澇應急調蓄設施的地下空間和下沉空間除外。

**9.1.3** 地下空間內澇防治應以防為主、以排為輔；下沉空間內澇防治應防、排結合。

**9.1.4** 地下空間、下沉空間宜採用高水高排、低水低排且互不連通的系統，並應採取措施，封閉匯水範圍，避免客水匯入。

**9.1.5** 地下空間、下沉空間的雨水無法重力自排時，應設置雨水泵站進行強排，泵站供電應按二級負荷設計，特別重要地區的泵站應按一級負荷設計。

**9.1.6** 地下空間、下沉空間應建立內澇預警和監控系統，並納入綜合應急指揮平台體系。

## 9.2 地下空间

**9.2.1** 地下空间防涝措施包括抬高出入口高程、设置出入口遮雨措施、排水沟、防淹门或挡板等防止客水进入措施、地下空间内部排水设施、供电保障系统等。

**9.2.2** 地下空间的出入口应设置反坡，且坡顶高程应高于周边地面高程，超高值宜结合地下空间结构、接线纵坡、所在区域内涝防治设计重现期等因素综合决定。车行出入口高程宜高出周边地面 0.15m 以上，人行出入口高程宜高出周边地面 0.5m 以上。

**9.2.3** 地下空间出入口宜设置防淹门或防淹挡板，防淹门或防淹挡板高度应高于出入口外端超标降雨积水深度加安全超高。防淹门或防淹挡板高度不宜低于 0.5m。应设置就地手动操作装置，并进行防水处理。

**9.2.4** 地下空间出入口宜设置延伸至地下空间出入口外端的遮雨措施，以防止雨水直接进入地下空间内部。

**9.2.5** 地下空间的出入口外端及低端应设置排水沟；当出入口无遮雨设施时，应在敞开段的较低处增设截水沟，敞开段设计重现期不应低于该区域内涝防治设计重现期。截水沟设置应考虑清淤和沉泥。截水沟盖和排水盖的设置，应保证车辆和行人的安全。

**9.2.6** 地下空间内部设置的供电、应急等设施及重要用房应避免设置在最低点，其基础、室内地坪或门槛应高出所在楼层地面 0.15m 及以上。

**9.2.7** 地下空间内部应合理设计地面坡度、排水沟、集水池、排水泵等排水措施，有利于排水。

**9.2.8** 雨水集水池和排水泵设计应符合下列规定：

- 1 排水泵的流量应按排入进水总管的设计流量确定；
- 2 排水泵不应少于 2 台，不宜大于 8 台，紧急情况下可同时使用；
- 3 集水池容积不应小于最大一台泵 60s 的出水量，还应满足水泵设置、水位控制器等运行、安装、检查要求。
- 4 排水泵应采用自动启停控制方式，并设置就地手动启停装置；
- 5 地下空间排水应设置独立的压力流排水系统，并防止倒灌。当没有条件设置独立排水系统时，容纳排水系统应能满足地区和地下空间排水设计流量要求。

**9.2.9** 地下空间所有露出地面的建（构）筑物孔口应采取防止雨水及地面水进入的措施，孔口最下沿标高应高于其所在区域雨水接纳水体防洪标准对应的洪水位加安全超高，且高出室外地面不宜小于 0.5m。

**9.2.10** 应在地下空间内设置水位监测系统，当出入口有雨水进入且内部积水深度超过警戒水位时，应报警并关闭地下空间出入口处的防淹门或防淹挡板。

### 9.3 下沉空间

**9.3.1** 下沉空间防涝措施包括抬高出入口高程、设置内部排水系统及供电保障系统、临时封闭下沉空间、减小汇水范围等。



**9.3.2** 下沉空间内涝防治设计重现期不应低于其所在区域的内涝防治设计重现期。

**9.3.3** 在不造成新的下凹区域或内涝风险点的前提下，下沉空间的防涝措施应优先考虑优化竖向，从源头消除内涝风险点。

**9.3.4** 下沉广场等下沉空间的内部地面设有建筑入口时，下沉空间地面应比建筑室内地面低 0.15m 以上，并宜在内部出入口处设置防淹门或防淹挡板等设施。

**9.3.5** 下沉空间出入口应设置反坡，且坡顶高程应高于周边地面高程，超高值宜结合下沉空间结构、接线纵坡、所在区域内涝防治设计重现期等因素综合决定。车行出入口坡顶高程宜高出周边地面 0.15m 以上，人行出入口坡顶高程宜高出周边地面 0.5m 以上。

**9.3.6** 下沉空间内部设置的供电、应急等设施及重要用房应避免设置在最低点，其地面或门槛应高出所在楼层地面 0.15m 及以上。

**9.3.7** 下沉空间内部不应承接屋面雨水排水，应合理设置地面坡度，分散布置排水沟、集水池及排水泵，以保证雨水就近及时外排。

**9.3.8** 下沉空间地面排水集水池的有效容积，不应小于最大一台排水泵 30s 的出水量，并应满足水泵安装和吸水要求。

**9.3.9** 下沉空间排水应设置独立的排水系统，并防止倒灌。当没有条件设置独立排水系统时，收纳排水系统应能满足地区和下沉空间排水设计流量要求。

**9.3.10** 当外部雨水系统无法全部接纳下沉空间雨水量时，应设置雨水调蓄池。其有效容积应根据当地降雨特征和建设基地规划控制综合径

流系数，按现行国家标准《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB51174 和《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB50400 的规定确定。

**9.3.11** 宜在下沉空间内部通道最低点设置水位监测系统，当车行通道积水深度超过 0.3m 或人行通道积水深度超过 0.5m 时，应采取临时封闭措施。

## 10 运行维护

### 10.1 一般规定

- 10.1.1** 运行维护包括日常维护和应急管理。
- 10.1.2** 日常管理措施包括城镇内涝在线监测系统、内涝防治设施的日常维护管理。
- 10.1.3** 当遭遇超过内涝防治设计重现期的暴雨，应采取应急管理措施，应急管理措施包括应急预案、预警预报、应急处置等措施。
- 10.1.4** 城镇内涝防治系统的运行维护应统筹源头减排设施、排水管道设施和排涝除险设施，并由市政排水、道路交通、园林绿地和城市防洪等多系统共同组成。
- 10.1.5** 城镇内涝防治系统运行维护应建立运行管理制度、岗位操作制度、设施设备维护制度和事故应急预案。
- 10.1.6** 城镇内涝防治系统运行管理制度，应包含汛期和非汛期运行、维护、管理和调度等内容。
- 10.1.7** 对于在降雨期间和非降雨期间承担不同功能的多功能内涝防治设施，应制定不同运行模式相互切换的管理制度。
- 10.1.8** 应建立当地的内涝防治设施统一运行管理监控平台。

### 10.2 日常维护

- 10.2.1** 宁波市宜根据市区内各地区易涝点分布、市政设施厂站分布、用地布局等因素建立维修养护基地。

**10.2.2** 维修养护基地可结合雨水泵站等市政设施统筹建设，并靠近城市主干道。。

**10.2.3** 各项内涝防治设施应用专人运行和维护管理，各岗位运行操作和维护人员应经培训后持证上岗。

**10.2.4** 对调蓄池、隧道调蓄工程内部设施的运行维护操作，应按现行国家标准《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB51174 和现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6 的有关安全规定执行。

**10.2.5** 宁波市各地区宜定期进行内涝防治设施的定期维护，最大限度保障汛期排水设施设备的稳定可靠，设施维护作业应符合现行行业标准《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ68 的相关规定。

**10.2.6** 城镇河道上设置的水闸等设施在暴雨期间应处于排涝状态。当河道水位高于设计高水位时，应关闭连通的水闸，采用强排措施。

**10.2.7** 城镇内河水位应统一调度，并应符合下列规定：

- 1 暴雨前，应预先降低城镇内河水位；
- 2 暴雨后，一般地区应在 24h 内将内河水位排至设计水位以下，重要地区可根据需要将内河涝水排除时间缩短；有条件的地区可将在排除时间内最高水位控制在设计水位以下。

**10.2.8** 暴雨前、暴雨期间和暴雨后，应及时清理和疏通被堵塞的城镇道路雨水口、排水管道和排放口。

**10.2.9** 当遭遇内涝灾害后，应按照原标准或规划的新标准对毁坏的

内涝防治设施进行修复或重建。

**10.2.10** 源头径流控制设施应加强运行维护，保障运行效果。

**10.2.11** 宁波市内有条件的地区应建立内涝在线监测系统，在内涝风险区、内涝风险点所在的主干河道、排水主干管、雨水管网关键节点等位置设置监测流量、流速及管网运行情况等的装置，监测装置宜采用自动控制系统。

**10.2.12** 任何单位和个人不得向雨水收集口倾倒垃圾、生活及工业等污（废）水。

### **10.3 应急管理**

**10.3.1** 城镇内涝防治应急管理体系应包括城镇内涝防治预警系统、应急系统和评价系统。

**10.3.2** 城镇内涝防治预警系统应建设城镇内涝防治数字信息平台，整合城镇排水数值模拟、地理信息系统、雨量监测、气象监测预报、内涝实时模拟系统、内涝防治应急系统、信息发布系统、实时道路监测系统 and 交通管制发布系统等。

**10.3.3** 城镇内涝防治应急系统应包括源头减排设施、雨水管渠设施和排涝除险设施的事故应急以及超过内涝防治设计重现期情况下的应急，应建立应急联动管理和应急预案，并应由内涝防治设施管理单位共同参与，分工协作，并应符合以下规定：

**1** 当周边发生污染事故，污染物质汇流入具有渗透功能的源头减排设施并可能影响地下水时，应及时启动应急预案，清除污染源和

污染土壤，修复地下水；

**2** 当雨水泵站等雨水管渠设施和排涝泵站等排涝除险设施发生突然失电事故时，应及时启动应急预案，采取立即检查抢修、防止泵站自身受淹、启动临时发电设施和启动移动排涝泵车等措施；

**3** 当城镇河道堤防（墙）等排涝除险设施发生损坏和倒塌等事故时，应及时启动应急预案，采取立即检查抢修、临时加固、临时堆筑围堰和防水挡板等措施；

**4** 当降雨超过内涝防治设计重现期情况时，应及时启动应急预案，按照统一应急调度指令执行应急抢险，疏散危险区域人员。

**10.3.4** 城镇内涝防治评价系统应建立内涝防治评价体系，对内涝防治预警系统、内涝防治应急系统和内涝防治设施运行效果进行综合评价，并提出改进建议。

**10.3.5** 超标降雨应急管理应以超标降雨下的内涝风险评估为依据，贯彻工程与非工程措施相结合的方针，充分利用已建防洪防涝设施。

**10.3.6** 宁波市宜根据当地内涝特性及防涝实际需要建立防涝预警系统。城镇防涝预警系统应与当地防汛预警系统结合，并与流域防洪预警系统联动。

**10.3.7** 宁波市防涝预警系统还应包括内河水位、雨水管渠及雨水泵站流量，易涝区的积水深度、时间及流速等预警内容。

**10.3.8** 每年汛前或收到台风、强降雨等预警后，应对内涝防治设施的可靠性进行全面排查。对汛前暂不能整治到位的内涝风险点，应配备移动排水、交通疏导、人员疏散等应急抢险设施，并设立醒目、易

于辨识的公众警示标记，避免发生安全事故。

**10.3.9** 防涝应急设施排水能力宜根据宁波市各城镇内涝风险等级，按表 10.3.9 的要求配置。

**表 10.3.9 防涝应急设施排水能力配置标准**

区块类型	防涝应急设施排水能力配置[m <sup>3</sup> /(h·km <sup>2</sup> )]
内涝高风险区	≥150
内涝中风险区	≥100
内涝低风险区	≥50

**10.3.10** 防涝应急设施用地指标宜按表 10.3.10 选取。

**表 10.3.10 防涝应急设施用地指标**

防涝应急设施	泵车	水泵、临时发电机、运输车、冲锋舟等
用地指标	150~200 (m <sup>2</sup> /车)	100~150 (m <sup>2</sup> /套)

注：1 泵车或成套应急设备较多时取下限，较少时取上限。

**10.3.11** 各地宜根据实际需求，设置应急物资储备仓库，保障应急物资、材料库存储备，并定期维护。

# 11 智慧雨水系统

## 11.1 一般规定

**11.1.1** 应按照“总体规划、分步实施”的原则，制定信息化规划与实施方案。

**11.1.2** 应根据国家、行业及地方相关规定对排水设施要素进行统一的信息化入库，实现雨水设施要素的信息化管理；

**11.1.3** 应对雨水系统全业务域覆盖管理内容进行数字化、信息化和智慧化建设，提升雨水管理的标准化、流程化与精细化水平。

## 11.2 系统架构

**11.2.1** 智慧雨水系统架构可由物联感知层、基础支撑层、数据资源层、业务应用层组成，安全体系、运行管理体系和标准规范体系建设贯穿其中。

**11.2.2** 物联感知层位于系统架构的底层，提供对智慧雨水系统要素的智能动态感知能力，通过感知设备及传感网络实现设施、环境、安全等方面的识别、信息采集、监测和控制。

**11.2.3** 基础支撑层为智慧雨水系统提供必要的网络、存储、计算等基础环境和信息传输通道，同时基于可扩展、可共享的思路，按照微服务及流程化生产的技术路线，构建统一应用支撑体系。

**11.2.4** 数据资源层汇集整合汇集排水运行的全时空、全方位、全要素的大数据资源，构建数据资源共享服务平台，打通数据壁垒，创新数据应用，支撑智慧功能。

**11.2.5** 业务应用层面向最终用户，包括全维态势感知、内涝预警预报、应急响应调度、会商决策支持、设施运行维护、公众信息服务等内容，实现功能个性化、资源共享与业务协同，包括网页端、移动端、桌面端等多平台应



用。

**11.2.6** 安全体系为智慧系统提供从底层到上层的安全管理与服务，主要包括安全管理、安全协议、边界防护、安全隔离、信息加密、密钥管理、签名与认证、安全测评等安全机制。

**11.2.7** 运行管理体系为智慧系统建设提供整体的运维管理机制，涉及各横向层次以确保系统整体的建设管理和长效运行。

**11.2.8** 标准规范体系主要包括系统总体标准、支撑标准、应用标准、安全标准、技术管理与质量标准等。

### **11.3 物联感知**

**11.3.1** 物联感知宜以物联网技术为核心，通过对设施感知、环境感知、图像感知、位置感知等手段及执行器提供对雨水设施要素、设备、人员等方面的识别、信息采集、监测和控制，使智慧雨水的各个应用具有信息感知和指令执行的能力。

**11.3.2** 感知采集可包括设施设备工况、降水量、积水深度、管网水位/流量、河道水位/流量、视频图像、人员身份、地理位置、轨迹记录等信息。感知信息应与地理信息相结合，具有扩展性可适应物联网终端及节点数量和种类的增加。

**11.3.3** 物联感知的建设（包括监测点布设、监测频次、设备技术要求等）应符合《城镇排水水质水量在线监测系统技术要求》CJ/T 252 的相关要求。

### **11.4 基础支撑**

**11.4.1** 在内、外网络连接节点宜配置防火墙、防毒墙、入侵检测、网管、堡垒主机等网络安全防护设备，并部署安全防护策略，同时可配置负载均衡设备。网络节点的路由、交换设备应充分考虑数据吞吐量。外网用户宜使用加密 VPN 通道。

**11.4.2** 水情、雨情、工情等感知数据可通过互联网或政务外网传输。视频

传输对带宽要求较高，可优先考虑部署视频专网，在不方便铺设自有网络的地方可考虑移动互联网按需传输。

**11.4.3** 宜优先依托云平台进行集约化部署建设，实现水务信息化资源统一管理和调配，敏捷、弹性、快速支撑多样性业务的发展。当不能申请政务云资源时，智慧系统可采用私有云或混合云等其它形式自行建设。

**11.4.4** 智慧雨水系统宜按微服务及流程化生产的技术路线统一搭建，能兼容上一级业务基础支撑平台中的统一认证、统一消息管理、地理信息系统服务等内容。

## 11.5 数据资源

**11.5.1** 应基于雨水管线数据相关标准进行数据整合入库，入库数据应包含基础地理信息数据、运行监测数据、设施资产数据、工程管理数据、专项业务数据、决策分析数据等。

**11.5.2** 数据资源的采集、录入、校核、维护和使用应符合国家、行业及地方相关管理规定，对雨水设施要素数据和各项感知数据应进行数据采集、数据集成、数据清洗、数据服务和数据质量管理。

**11.5.3** 可集成其他相关部门的数据包括气象、水文、防汛、公安、自然资源、规划等部门的气象预报、台风路径、卫星云图、江河湖库的防洪排涝数据、设备工况、内涝险情、路面视频、地图数据、规划资源等。

**11.5.4** 应明确各类数据范围、类别、管理权限、更新机制以及数据使用条例，遵循“谁产生、谁负责”的原则，建立自上而下和自下而上相结合的数据更新工作机制。

**11.5.5** 对已建的信息化平台进行升级改造或新建时应保证互联互通和信息共享。在安全保密、公共利益导向前提下，可面向公民、法人和其他组织以非排他形式共享智慧系统建设或加工产生的数据。

## 11.6 系统应用

**11.6.1 全维态势感知：**宜结合时空地理信息一张图，汇总市全域水务大数据信息，按照区域、流域、时间和业务等多维度整合于一屏上进行可视化呈现。

**11.6.2 内涝预警预报：**宜基于雨水数学模型和气象预报数据进行内涝预警预报，快速模拟分析降雨影响的范围和内涝风险，及时发布预警预报信息。

**11.6.3 应急响应调度：**宜实现人员物资管理、易涝点布防方案、内涝风险预测等事前预案配置；人员车辆督办调度、现场问题反馈、事中报告生成等事中应急调度；灾情反演、统计分析等事后成果总结。

**11.6.4 会商决策支持：**可辅助防汛指挥部门进行水雨工灾情监测预警和防汛调度指挥工作，为防汛会商预警预报与应急调度提供决策信息支持。

**11.6.5 设施运行维护：**可利用移动互联技术，实现巡检养护、维修工单的处理审核全流程管理。

**11.6.6 公众信息服务：**针对公众信息获取的需求，可建立面向公众的服务通道。

## 11.7 安全体系

**11.7.1 物联感知体系安全**应包括物理安全、接入安全、通信安全、设备安全、数据安全、数据传输安全等，应符合国家、行业及地方相关规定。

**11.7.2 基础设施**宜遵循网络架构、访问控制、安全审计、入侵检测等相关技术安全要求，符合国家、行业及地方相关规定。

**11.7.3 应用服务**应直接面向智慧系统用户，保障其安全应通过身份鉴别、访问控制、安全审计、最小特权管理等技术实现，各项应用服务涉及的技术安全要求应符合《信息安全技术 信息系统安全等级保护基本要求》GB/T 2239 和《信息安全技术 网络安全等级保护定级指南》GB/T 22240 的相关规定。

**11.7.4** 信息安全运维和信息安全管理要求建设应纳入浙江省及宁波市政务管理体系，符合现行浙江省标准《智慧供排水系统信息系统安全技术规范》DB33/T 2051 的规定。

## **11.8 运行管理**

**11.8.1** 项目建设单位根据自身需要可采取自行维护或托管服务的办法，指定人员或专门的机构负责系统的运行和管理工作。

**11.8.2** 运行管理单位宜合理设置岗位和配置专业技术人员和巡检养护人员，满足硬件设备检修、软件系统维护、定期巡检养护和应急响应处理等的需求，定期组织人员进行培训并对其进行考核。

**11.8.3** 智慧雨水系统运行维护宜采用例行操作、响应支持、优化改善、调研评估相结合的方式开展，形成全周期业务闭环。可采用相应的智能化工具，提高检查维护的效率及安全保障。

**11.8.4** 各相关方宜制定项目文档及记录的管理计划，明确需要的文档、记录的内容、格式和交付形式、交付进度，同时要提出私密性要求、保密要求，文档和数据分发、传递的机制等。

## **11.9 标准规范**

**11.9.1** 标准规范体系可包括智慧雨水系统总体性、框架性、基础性的总体标准，业务模型、数据模型等应用标准，共享交换、数据访问、消息服务、接口与服务定义等应用支撑标准，安全级别管理、身份鉴定、访问控制等信息安全标准，网络运行、网络互联互通等基础设施标准，以及运行管理、验收、评估等技术管理与质量标准等。

## 附录 A 内涝防治设计报告

### A.1 一般规定

**A.1.1** 内涝防治设计报告应为独立文件，可采纳和吸收项目可行性研究、设计等阶段产生的成果，但不应由工程设计各阶段的报告、图纸和计算书代替。

**A.1.2** 内涝防治设计报告应委托有资质的单位编写。

**A.1.3** 建设项目的施工图等文件应按内涝防治设计报告中提出的措施和设计执行。

### A.2 报告内容

**A.2.1** 内涝防治设计报告应包括文本和图纸两部分。

**A.2.2** 文本应包括下列内容：

1 项目背景：包括项目所在地地理位置、区域边界、地形地貌和地质水文特征等；

2 流域情况：包括流域的主要情况、河流湖泊、雨水行泄通道和历史受淹情况等；

3 设计标准：包括适用的国家设计标准、地方标准、主要基础数据和参数、计算方法、工具等；

4 内涝防治现状：现状雨水排放格局和设计标准、现状雨水排放口位置，地表渗透系数、综合径流系数、不透水面积比例等现状下垫面条件，地面集水时间、不同设计重现期下的径流量计算等；

5 内涝防治设施设计：项目建成后，内涝防治设施的建设对区域下垫面条

件、集水时间、径流量的影响，内涝防治设施位置、类型、规模、设备、与上下游的衔接设计等；

6 结论：《宁波市市区内涝防治技术标准》的执行情况、其他适用的国家标准的执行情况、当地设计标准的执行情况、内涝防治设施的有效性、项目全部建成后的雨水排放格局等；

7 参考资料：降雨资料、下垫面条件资料、地形地貌资料规划资料、现场勘查资料、其他参考资料等；

8 附录：设计雨量计算书、排水管渠水力计算书、内涝防治设施计算书、内涝防治设计重现期校核计算书、水污染控制计算书等。当计算书使用数学模型时，附录中应包含模型输入输出数据并说明模型主要参数的选择依据和确定方法。

## A.3 图纸

**A.3.1** 现状总体排水系统平面图应包括下列内容：

- 1 项目区域边界；
- 2 主要河流、雨水行泄通道和汇水分区划分；
- 3 现状和内涝防治有关的主要设施。

**A.3.2** 内涝防治设施图纸应包括下列内容：

- 1 排水系统总平面图；
- 2 雨水管道布置图，包括雨水口、检查井等附属设施；
- 3 街道平面布置、横向剖面图、纵向坡度、雨水流动方向；
- 4 雨水排放口设计图；
- 5 建筑物平面位置、底层地面标高；
- 6 内涝防治设施设计图，包括源头减排设施、排水管渠设施和排涝除险设

施；

7 当计算书使用数学模型时，还应提供以下图纸：内涝防治设计重现期条件下的现状内涝风险图和设施建设后内涝风险图，超出内涝防治设计重现期的历史降雨事件的现状内涝风险图和设施建设后内涝风险图。

**A3.3** 图纸应装订成册。

## 附录 B 内涝防治设计校核

**B.0.1** 城镇内防治系统设计完成后，应对设计结果进行校核。内涝防治设计校核的主要内容和结论应纳入内涝防治设计报告中。

**B.0.2** 城镇内涝防治设计的校核，应通过手工计算、数学模型或两者相结合的方法，选取适当的降雨雨型和历时完成，并应符合下列规定：

1 当汇水面积不大于  $2\text{km}^2$ ，且排水系统不包含调蓄设施或除绿色屋顶外的源头减排设施时，校核方法的选取可不受限制；

2 不满足以上条件的，宜采用数学模型进行校核。

**B.0.3** 当采用手工计算的方法进行校核时，应将由道路表面和道路两侧的路缘石或建筑物等构成的积水空间视作明渠，断面形状可进行简化处理。

**B.0.4** 按本标准第 B.0.6 条规定的方法进行校核时，下游区段的净流量计算应包括从上游流经本区段的流量。

**B.0.5** 用手工方法校核内涝防治设计，应按下列步骤执行：

1 按本标准的规定选取内涝防治设计重现期，确定允许的道路积水深度和水面高程；

2 根据道路积水深度和水面高程，确定地面泄水通道过水断面的形状和参数，从上游至下游逐段计算道路表面的最大过水能力( $Q_1$ )；

3 按推理公式法，从上游至下游逐段计算每个汇水区的地面集水时间、暴雨强度和设计流量( $Q_t$ )，并计算内涝防治设计标准下雨水管



渠的过水能力 ( $Q_0$ )。计算暴雨强度和设计流量时, 降雨历时的选择应与雨水管渠设计时采用的降雨历时保持一致;

4 计算每个区段内雨水口的泄水能力之和 ( $Q_2$ ), 并与内涝防治设计重现期条件下雨水管渠的过水能力 ( $Q_0$ ) 比较, 若前者大于或等于后者, 则雨水口的设计符合内涝防治设计重现期要求, 否则, 应采取增加雨水口数量和调查雨水口形式等措施增加雨水口的泄水能力;

5 在每个区段, 将设计流量 ( $Q_t$ ) 减去内涝防治设计重现期条件下雨水管渠的过水能力 ( $Q_0$ ), 得到满足内涝防治设计重现期条件下道路表面的设计流量 ( $Q_3$ )。若道路表面的最大过水能力 ( $Q_1$ ) 大于或等于道路表面的设计流量 ( $Q_3$ ), 则该区段内涝防治系统的设计满足规范要求, 否则, 应修改雨水管渠的设计增加雨水管渠的过水能力 ( $Q_0$ ), 或通过增加源头减排或调蓄设施。等措施削减设计流量 ( $Q_t$ )。

**B.0.6** 采用数学模型进行校核时, 选用的建模软件应可模拟雨水同时在管渠系统中的和地表的运动状态以及相互影响, 宜同时具有一维和二维模拟能力。数学模型的一维和二维模拟应相互耦合, 应能模拟雨水在管渠系统和地表之间通过雨水口的传输, 以及地面漫流与沟、渠、河道和箱涵等的衔接。

**B.0.7** 采用数学模型进行校核时, 雨水在地表的运动应基于浅水流动方程组 (Shallow Water Equations), 通过有限差分法或有限体积法等数值算法求解。

**B.0.8** 当采用的数学模型只能模拟雨水在地下管道中的一维运动, 而不能模拟雨水在地表的二维运流动时, 可运用数学模型模拟出各节点

的溢流情况，根据地形数据计算溢流雨水的地表积水深度以及范围。

**B.0.9** 采用数学模型校核或数学模型与手工计算结合的校核方法时，宜采用不短于 3h 的设计暴雨，暴雨雨型应按本标准第 4.2.6 条的规定选取。

## 附录 C 宁波市市区 30min、1h、2h、3h、24h 降雨 查算表

C.0.1 给出基于《宁波市暴雨强度公式编制技术总报告》的不同降雨历时的降雨量，如表 1~5 所示。

**表 1 宁波市市区 30min 降雨量查算表**

重现期 a	H(mm)								
	P=1	P=2	P=3	P=5	P=10	P=20	P=30	P=50	P=100
海曙区、鄞州区、江北区	29.3	35.4	38.9	43.4	49.4	55.5	59.0	63.5	69.5
镇海区	26.0	33.6	38.0	43.5	51.0	58.5	62.9	68.4	75.9
奉化区	24.7	30.2	33.5	37.6	43.2	48.8	52.0	56.1	61.7
北仑区	27.0	34.7	39.2	44.9	52.6	60.2	64.7	70.4	78.1

**表 2 宁波市中心城区 1h 降雨量查算表**

重现期 a	H(mm)								
	P=1	P=2	P=3	P=5	P=10	P=20	P=30	P=50	P=100
海曙区、鄞州区、江北区	39.4	47.5	52.2	58.2	66.3	74.4	79.2	85.2	93.3
镇海区	35.2	45.3	51.3	58.7	68.9	79.0	85.0	92.4	102.6
奉化区	35.3	43.3	47.9	53.8	61.8	69.7	74.4	80.3	88.2
北仑区	36.2	46.4	52.5	60.0	70.3	80.6	86.6	94.2	104.5

**表 3 宁波市中心城区 2h 降雨量查算表**

重现期 a	H(mm)								
	P=1	P=2	P=3	P=5	P=10	P=20	P=30	P=50	P=100
海曙区、鄞州区、江北区	48.2	58.1	63.9	71.3	81.2	91.1	97.0	104.3	114.2
镇海区	44.8	57.7	65.3	74.8	87.7	100.6	108.2	117.7	130.6
奉化区	50.1	61.4	68.0	76.3	87.6	98.9	105.5	113.9	125.2
北仑区	45.8	58.8	66.5	76.1	89.1	102.1	109.8	119.4	132.4

**表 4 宁波市中心城区 3h 降雨量查算表**

重现期 a	H (mm)								
	P=1	P=2	P=3	P=5	P=10	P=20	P=30	P=50	P=100
海曙区、鄞州区、江北区	52.6	63.4	69.8	77.8	88.6	99.4	105.8	113.8	124.6
镇海区	50.6	65.2	73.8	84.5	99.1	113.7	122.3	133.0	147.7
奉化区	61.3	75.1	83.2	93.4	107.3	121.1	129.2	139.4	153.2
北仑区	51.7	66.5	75.1	85.9	100.6	115.4	124.0	134.8	149.5

**表 5 宁波市中心城区 24h 降雨量查算表**

重现期 a	H (mm)					
	P=5	P=10	P=20	P=50	P=100	P=200
海曙区	149	197	246	313	364	416
鄞州区	159	213	269	246	405	464
江北区、镇海区	141	184	227	285	330	375
北仑区	--	241	302	385	449	--
奉化区	207	268	328	409	469	530

## 本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对严格要求程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

## 引用标准名录

- 《城镇内涝防治设计规范》 GB 51222
- 《室外排水设计规范》 GB 50014
- 《城镇雨水调蓄工程技术规范》 GB 51174
- 《海绵城市建设评价标准》 GB/T 51345
- 《泵站设计规范》 GB 50265
- 《城市排水防涝设施数据采集与维护技术规范》 GB/T 51187
- 《城镇排水水质水量在线监测系统技术要求》 CJ/T 252
- 《城镇内涝防治技术标准》 DB 33/T 1109
- 《宁波市海绵城市规划设计导则》 2019 甬 DX-08
- 《暴雨强度公式与设计雨型标准》 DB31 / T 1043
- 《城镇雨水系统规划设计暴雨径流计算标准》 DB11/T 969
- 《智慧供排水信息系统安全技术规范》 DB33T2051
- 《城市暴雨强度公式编制和设计暴雨雨型确定技术导则》

宁波市工程建设地方细则

# 宁波市市区排水防涝技术标准

**Standard for Urban Flooding Prevention and Control in Ningbo**

条文说明

# 目 次

3 城镇内涝防治系统.....	73
3.1 一般规定.....	73
3.2 技术要求.....	74
4 设计暴雨与设计流量.....	75
4.1 一般规定.....	75
4.2 设计暴雨.....	75
4.3 地表产流.....	80
4.4 源头减排设施设计流量.....	82
4.5 雨水管渠设计流量.....	82
4.6 排涝除险设施设计流量.....	84
5 内涝风险评估.....	85
5.1 一般规定.....	85
5.2 数学模型法.....	87
5.3 指标体系法.....	88
5.4 历史灾情法.....	89
5.5 内涝风险点识别.....	90
6 源头减排设施.....	91
6.1 一般设计规定.....	91
6.2 常用源头减排设施.....	93
7 雨水管渠设施.....	95
7.1 一般规定.....	95
7.2 雨水管渠系统.....	96
7.3 雨水泵站.....	98



8 排涝除险设施.....	100
8.1 一般规定.....	100
8.2 行泄通道.....	102
8.3 调蓄设施.....	106
8.4 城镇水体.....	107
9 地下空间、下沉空间内涝防治措施.....	110
9.1 一般规定.....	110
9.2 地下空间.....	111
9.3 下沉空间.....	112
10 运行维护.....	113
10.1 一般规定.....	113
10.2 日常维护.....	114
10.3 日常管理.....	115
11 智慧雨水系统.....	118
11.1 一般规定.....	118
11.2 系统架构.....	118
11.3 物联感知.....	118
11.4 基础支撑.....	119
11.5 数据资源.....	119
11.6 系统应用.....	120
11.7 安全体系.....	121
11.8 运行管理.....	121
11.9 标准规范.....	122

## 3 城镇内涝防治系统

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 城镇内涝防治是一项系统工程，涵盖从雨水径流的产生到末端排放的全过程控制，其中包括产流、汇流、调蓄、利用、排放、预警和应急措施等，而不仅仅包括传统的排水管渠设施。因此，城镇内涝的防治应综合源头减排、管渠排水和地表排水、峰值调蓄等工程性和非工程性措施，同时结合城市滨海和地势平坦的自然条件，充分考虑流域洪涝治理过程中内河水位的变化，宜采用不利水位条件作为防治系统设计的边界条件。

**3.1.2** 城镇内涝防治系统的管控单元边界应结合排水分区、内河分布和地坪竖向进行综合考虑。强排区的管控单元宜以强排泵站服务范围为边界，自排区的管控单元宜以平原内河为边界。

在同一管控单元内的新建、改建和扩建项目，应遵循就地解决内涝问题的原则，不应将内涝问题从项目范围内转移至管控单元内其他区域。接入未提标改造的市政雨水管时，应通过调蓄设施的建设，满足下游管渠的排水设计重现期。

**3.1.3** 随着全球气候变化、极端天气频繁出现，城镇应由相应的措施应对超过内涝防治重现期的强降雨，用以防治由强降雨导致的内涝灾害。

**3.1.5** 内涝防治设计文件应作为有关部门对建设项目进行评估和审批的重要技术依据。

## 3.2 技术要求

**3.2.1** 地区整体改建应充分体现海绵城市建设理念，除可执行规划控制的综合径流系数指标外，还应执行径流量控制指标。规定整体改建地区应采取措施确保改建后的径流量不超过原有径流量。

**3.2.2** 根据城镇用地和道路的重要性，提高学校、医院、重大市政设施等重要地块和快速路等重要道路的内涝防治设计重现期标准，同时明确地面积水标准。

**3.2.4** 城镇内涝防治首先应满足流域洪涝治理条件下的基本要求，即地块或道路的竖向设计应高于平原区 20 年一遇涝水位并留有一定超高。结合流域治理中的内河过程水位，在管控单元范围内综合考虑源头减排、管渠系统和排涝除险设施的设计以满足城镇设防降雨条件下不积水标准。

**3.2.5** 改扩建项目应结合区域的内涝防治水平，在管控单元内提出系统化治理实施方案。在改扩建项目的内涝防治设计中，应遵循地块的内涝风险不转移原则，通过地块的逐步改造提高区域的内涝防治水平。

**3.2.6** 建成区内涝防治应根据实际建设条件，结合内涝风险评估，合理确定能大幅降低内涝风险的建设重点，结合地区的整体改造分期实施，分阶段达到标准。

## 4 设计暴雨与设计流量

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 设计暴雨和设计流量应用于城镇内涝防治设施的计算时所应用的设施种类包括源头减排设施、雨水管渠设施和排涝除险设施。其中，源头减排设施包括雨水花园、绿色屋顶、透水铺装等；雨水管渠设施包括雨水管道、雨水明渠和雨水泵站；排涝除险设施包括地表行泄通道、城镇水体等。

**4.1.3** 内涝防治重现期是内涝防治系统中各类设施、地坪竖向、地形特征等内容组合后城镇建设区可应对一定重现期暴雨的结果。各种雨水设施作为内涝防治系统中的一环，其设计要素是否能达到内涝防治重现期要求，需要对于整个系统进行校核后综合评估。

**4.1.4** 各类雨水设施之间的功能类型、服务范围、设计公式等要素之间有不同的设计标准及计算公式，如作为整体校核时，应采用数学模型校核并修正其衔接关系。

### 4.2 设计暴雨

**4.2.1** 计算设计流量时，基本资料是否可靠、选用的方法是否正确、各个计算环节中参数的确定是否合理，直接影响计算结果的准确性。因此本条强调对计算过程和计算结果应从多方面进行合理性检查，如有不合适之处，就应进行必要的修正使计算结果趋于合理。

**4.2.2** 根据宁波的市区河网密布的自然特征，以内河、铁路等为边界内涝管控分区面积从几十公顷到几平方公里不等，涉及内涝防治设施服务面积较小，一般集水时间不超过 3h。因此，宁波市区内涝防治一

般涉及 3h 短历时降雨。

从长短历时降雨单小时降雨量的比较情况而言，内涝防治重现期下短历时 3h 降雨量约 114~140mm，单小时降雨量约 85.2~94.2 mm/h；流域排涝标准下，宁波市区长历时 24h 降雨量约 198~270mm，单小时最大降雨量约 22.0~57.1mm/h。

总体来讲，内涝防治重现期下短历时单小时最大降雨大于长历时，采用短历时降雨设计符合工程的不利性。

**4.2.3** 恒定均匀流推理公式基于以下假设：降雨在整个汇水面积上的分布是均匀的，降雨强度在选定的降雨时段内均匀不变，汇水面积随集流时间增长的速度为常数。因此，推理公式适用于较小规模雨水系统的流量计算，当应用于较大规模的计算时会产生较大误差。因此《室外排水设计标准》（GB50014-2021）提出当汇水面积超过 2km<sup>2</sup>时，宜采用数学模型进行计算。

采用数学模型进行雨水系统设计流量计算时，应对模型的适用条件和参数做详细分析和评估。应采用实测降雨流量资料对模型进行校正，满足误差要求后才可用于生产实践。应根据雨水系统的平面布置、连接关系、管径和标高等建立雨水系统的数学模型，并充分考虑雨水系统在实际运行时的排水效率。

数学模型的可靠性除了与模型本身数学机理有关外，还与模型中各种参数取值有重要关系。在构建地形数字高程模型时，应充分考虑对汇流条件有较大影响的地貌特征，如铁路、挡墙、围墙和堤坝等。

**4.2.5** 使用最大 1h 降雨量作为城镇总体内涝防治能力的评价指标具有易于对比和判别的优势，避免重现期概念给公众造成的疑惑。日本很多城市使用该方法作为城市内涝防治的目标，例如《东京都豪雨对策基本方针(改定)》中明确，东京都到远期要能够有效应对 75mm/h

的降雨强度。

调查当地实际降雨具有重要意义，充分反应设计降雨与实际降雨之间的差别，能够较为真实的反应内涝防治系统面对的真实情况，亦可使数学模型模拟结果更接近真实情况。

设计重现期下最大 1h 降雨量可作为设施设计规模校核或者调整的依据之一；1h 历史极值降雨可作为考虑超标应对的情况之一。

**4.2.7** 暴雨强度公式中单一重现期公式更接近拟合实测值，但应用不方便，暴雨强度总公式均达到《室外排水设计标准》(GB50014-2021) 精度要求。建议正常情况下采用包含重现期的统一公式，更具有指导意义，对于个别情况如城市大型或重要的雨水泵站、排水泵站等，可考虑采用单一重现期公式。若采用其他重现期，设计暴雨强度可用重现期区间参数公式计算。

三江片单一重现期公式参考表 1；重现期区间参数公式计算参考表 2。

**1** 内涝风险评估、内涝防治效果校核、管渠排水能力评估等工作主要采用的是水力模型进行城市排水方案的比选和优化，建立模型的基础之一就是设计暴雨雨型。设计雨型应能比较真实的反映设计地区情况，符合设计要求，暴雨的分配形式接近多年平均和常遇工况，并且对工程的安全比较不利的暴雨过程。

**2** 目前，城市设计暴雨雨型的选取没有统一的标准。目前国内外常用的短历时雨型为芝加哥雨型和 Pilgrim&Cordery 雨型、Huff 雨型等。

和众多雨型方法相比，Pilgrim&Cordery 雨型、Huff 雨型更接近实际降雨过程，但推导方法比较繁琐，对地区的降雨资料的依赖性很强，必须有足够多的降雨资料，才能够保证可靠的结果，如果降雨资

料不足，得到的雨型结果往往也会不合理，此外，这两种雨型使用起来比其他雨型麻烦。

鉴于芝加哥雨型法原理简单、使用方便，且是《城市暴雨强度公式编制和设计暴雨雨型确定技术导则》(2014 版)、上海市、武汉市、深圳市等多地推荐的用于推求设计暴雨的方法，本标准设计雨型建议采用芝加哥设计雨型。

各区域芝加哥雨型应用时应采用相应的暴雨强度公式。综合雨峰系数由暴雨统计资料确定，一般取值 0.3~0.4，无可参考资料时建议参考南方地区其他城市相关资料。上海市《暴雨强度公式与设计雨型标准》(DB31/ T 1043-2017)：在设计重现期 2a-100a、降雨历时小于 180min 范围内，设计雨型采用统一的雨峰位置系数  $r=0.405$ ；武汉市《武汉市设计暴雨雨型》：短历时设计暴雨雨型采用芝加哥设计雨型，在设计重现期 2a~100a、降雨历时不大于 180min 范围内，设计雨型采用统一的雨峰位置系数  $r=0.39$ ；深圳市《深圳市暴雨强度公式及设计雨型》中雨峰位置系数为 0.35。

表 1 宁波市单一重现期暴雨强度公式

重现期 P (年)	海曙区、鄞州区、江北区	奉化区	镇海区	北仑片
P=2	$8989.276/(t+21.835)^{0.984}$	$2170.332/(t+7.999)^{0.688}$	$4610.035/(t+13.663)^{0.862}$	$6869.545/(t+15.768)^{0.945}$
P=3	$10362.016/(t+23.916)^{0.976}$	$1800.761/(t+5.749)^{0.621}$	$4784.383/(t+14.130)^{0.831}$	$6269.681/(t+15.130)^{0.887}$
P=5	$12003.125/(t+26.234)^{0.966}$	$1403.134/(t+3.128)^{0.546}$	$4981.777/(t+14.622)^{0.798}$	$5552.249/(t+14.387)^{0.820}$
P=10	$14461.031/(t+29.475)^{0.969}$	$1273.041/(t+1.085)^{0.489}$	$5504.821/(t+15.597)^{0.776}$	$5455.556/(t+13.995)^{0.773}$
P=20	$19535.326/(t+33.993)^{0.994}$	$1325.312/(t+0.664)^{0.465}$	$6411.965/(t+16.988)^{0.774}$	$5780.705/(t+13.925)^{0.751}$
P=30	$22493.731/(t+35.905)^{1.003}$	$1355.706/(t+0.438)^{0.456}$	$6940.854/(t+17.655)^{0.773}$	$5946.703/(t+13.900)^{0.741}$
P=50	$26214.825/(t+38.045)^{1.013}$	$1393.949/(t+0.163)^{0.445}$	$7315.602/(t+18.098)^{0.772}$	$6143.93/(t+13.874)^{0.729}$
P=100	$31257.724/(t+40.719)^{1.025}$	$1445.719/(t-0.199)^{0.432}$	$7606.015/(t+18.430)^{0.771}$	$6400.442/(t+13.842)^{0.713}$

表 2 宁波市重现期区间暴雨强度参数计算公式

P (年)	区 间	参 数	海曙区、鄞州区、江北区	奉化区	镇海区	北仑区
1—10	II	n	$0.994-0.018\text{Ln}(P-0.247)$	$0.732-0.125\text{Ln}(P-0.574)$	$0.873-0.052\text{Ln}(P-0.771)$	$0.990-0.113\text{Ln}(P-0.509)$
		b	$20.674+3.776\text{Ln}(P-0.640)$	$10.004-4.534\text{Ln}(P-0.444)$	$13.549+0.752\text{Ln}(P-0.836)$	$16.337-1.286\text{Ln}(P-0.444)$
		A	$44.579+17.667\text{Ln}(P-0.312)$	$13.762-3.717\text{Ln}(P-0.771)$	$26.907+1.966\text{Ln}(P-0.574)$	$45.178-7.722\text{Ln}(P-0.312)$
10—100	III	n	$0.957+0.015\text{Ln}(P-7.842)$	$0.509-0.017\text{Ln}(P-6.737)$	$0.779-0.002\text{Ln}(P-6.185)$	$0.809-0.021\text{Ln}(P-4.527)$
		b	$24.774+3.511\text{Ln}(P-6.185)$	$2.115-0.505\text{Ln}(P-2.317)$	$13.323+1.338\text{Ln}(P-4.527)$	$14.027-0.041\text{Ln}(P-7.842)$
		A	$-13.097+43.498\text{Ln}(P-0.107)$	$6.599+0.447\text{Ln}(P-0.107)$	$15.142+7.776\text{Ln}(P-0.107)$	$28.701+2.106\text{Ln}(P-3.422)$



## 4.3 地表产流

**4.3.1** 在城市暴雨条件下,地表产流是各类雨水设施的主要水源来源,也是地表积水的最直接的原因。城市地表下垫面物质形态的不同(透水、半透水、不透水地表下垫面)以及下垫面物质形态空间分布的不均匀性,会对地表剩余降雨量产生重要作用,而地表剩余降雨量的多少将直接对城市地表产流和汇流的产生重要的影响。

**4.3.4** 在透水地面,下渗是主要的降雨损失,因此常用下渗曲线法计算。为了反映下渗能力在流域上的不均匀性,可引入下渗能力分配曲线。

公式(4.3.4)为霍顿公式(Horton),是国内外应用较广的一种计算土壤下渗能力的方法,其特点是能够反映土壤下渗能力随时间的变化,但是这一模型不能体现降雨强度对土壤下渗能力的影响,霍顿公式中的土壤参数一般应通过实测获得。

关于土壤的初始入渗率,美国国家环保署(EPA)编制的SWMM模型建议将土壤分为砂土、壤土和黏土三类,并按土壤湿润程度和植被覆盖情况给出了参考值(见表3)。土壤稳定入渗率可根据土壤饱和状态下的下渗能力取值。SWMM模型建议采用艾肯和马斯格雷夫(Akan, 1993和Musgrave, 1955)总结的土壤稳定入渗率参数(见表4)。由于在不同的土壤类型和降雨历时等条件下,衰减常数的变化较大,SWMM模型建议其取值范围为2~7。当衰减常数大于3时,土壤下渗能力对衰减常数的变化不再敏感,因此,部分研究(如WQ-COSM模型)建议,蓄水能力较强的土壤的衰减常数可取2,其他类型的土壤的衰减常数可取3。宁波市土壤构成以淤泥质黏土、粉质黏土、黏

土为主，蓄水能力较强，因此宁波市区土壤的衰减常数可取 2，土壤稳定入渗率取值参考 D 类土壤。

**表 3 SWMM 模型土壤初始入渗率 (mm/h)**

土壤类型	初始入渗率
干燥砂土，基本无植被	127
干燥壤土，基本无植被	76.2
干燥黏土，基本无植被	25.4
干燥砂土，较厚植被	254
干燥壤土，较厚植被	152
干燥黏土，较厚植被	51
湿润砂土，基本无植被	43
湿润壤土，基本无植被	25
湿润黏土，基本无植被	7.6
湿润砂土，较厚植被	84
湿润壤土，较厚植被	51
湿润黏土，较厚植被	1.5

**表 4 SWMM 模型土壤稳定入渗率取值 (mm/h)**

土壤分类	稳定入渗率
A	7.6-11.4
B	3.8-7.6
C	1.3-3.8
D	0.0-1.3

注：A 类土壤指砂土，沙壤土或壤质砂土；B 类土壤指粉质壤土或壤土；C 类土壤指砂质黏壤土；D 类土壤指黏壤土，粉质黏壤土，砂质黏土，粉质黏土或黏土。

除霍顿公式外，土壤下渗能力还有其他多种计算方法,如 Philip 或 Green-Ampt 公式等。设计人员应在详细了解各种计算方法的适用前提的基础上，准确确定各项参数，合理选择适用的计算公式。

**4.3.5** 关于径流系数的影响因素，国内外学者的研究结论较为一致，即：径流系数主要受流域地形地貌特征、下垫面状况及气候因素的影响。且有研究表明，降雨因素对于径流系数的变化影响最大，同时下垫面变化也对年径流系数产生一定的影响，尤其是草地、耕地和建设用地的变化对年径流系数影响较为明显。

因此，在不同下垫面、重现期及降雨历时条件下，径流系数应做相应调整和优化。

**4.3.5-1** 本条规定了典型区域规划建设区的综合径流系数的参考值选用范围。其中，建筑稀疏的规划建设区宜采用下限，建筑密集的宜采用上限。考虑到如宁波老城区、邱隘、古林镇、横街镇等已建成的旧平房区的不透水面积比例很大，其综合径流系数应进行实地测量和计算；为减少工作量和缩短工作周期，其参考值可采用 0.8~0.9。

**4.3.5-2** 在实际降雨情形下，地表径流系数随降雨过程不断发生变化。降雨发生前期中，由于土壤的含水率低，下渗率较大，产流量相对少，所以前期降雨过程中径流系数比较小；降雨后期，土壤的含水率随时间推进变大，产流量增多，故降雨后期径流系数会增大。

#### **4.4 源头减排设施设计流量**

**4.4.2** 源头减排设施可用于径流总量控制、初期雨水污染防治、雨水径流峰值削减和雨水利用。

根据《宁波市海绵城市规划设计导则》（2019 甬 DX-08），通过对宁波市气象局提供的近 30 年逐日降水量资料（不包括降雪），统计分析得出宁波市年径流总量控制率与设计降雨量之间的关系，由此计算出宁波市不同年径流总量控制率对应的设计降雨量。

#### **4.5 雨水管渠设计流量**

**4.5.2** 同一雨水设施对应服务范围的重现期可能不同，如同一雨水管渠的不同管段位于的道路等级和其途经地区的重要性、地形特点、气候特征可能不同，因此其不同管段所对应的设计重现期可能不同。

**4.5.3** 为保证雨水排除安全，充分发挥雨水设施的整体作用，要求下游雨水设计重现期不应低于上游。当下游设计重现期高于上游时，如遇下游设计重现期的降雨，上游汇水面积所产生的雨水径流将通过上游设施和地面汇流到下游，为使下游雨水设施切实达到其设计重现期要求，保证雨水排除安全，要求参加下游雨水设施流量计算的全部汇水面积所采用的设计重现期应与该设施的设计重现期一致。

若遇上游重现期较高区域确需接入重现期较低的雨水设施，为不侵占下游管道服务能力，要求在满足自身内涝防治要求的前提下，上游接入点可设置调蓄设施，既满足上游设计重现期要求，又保障下游管道不过多排入雨水径流。

**4.5.4** 当位于重要道路的雨水管渠承担道路本身及其周边区域的雨水排除任务，并且该道路周边区域的雨水管渠设计重现期低于该道路时，如遇该道路设计重现期的降雨，道路周边区域的雨水径流将通过该区域的雨水管渠及地面汇流到该道路，为使该道路的雨水管渠切实达到其设计重现期要求，保证雨水排除安全，要求其流量计算的全部汇水面积所采用的设计重现期应与该管渠的设计重现期一致。

特别重要道路的雨水管渠设计时应尽量不承接除道路本身的雨水排放分区，周边用地雨水排除任务由周边其他等级道路承担。一是该类道路交通功能极为重要，为保障自身排水能力，尽量不承担其他区域来水；二是该类道路重现期高，为减小雨水管道工程规模，应尽量缩小汇水范围。

**4.5.5** 给出了目前我国普遍采用的恒定均匀流推理公式法流量计算公式，面积叠加法是最常用也是最传统的方法，面积叠加法在计算时，将设计计算断面上游所有汇水区假定为一个整体，取第一块汇水面上

最远点的雨水流达设计断面的集流时间为降雨历时，即通过计算全面积上的平均降雨强度来计算设计流量。

在面积叠加法中，虽然其降雨历时中包含了管渠中的雨水流行时间，但它实际上是把通过管渠汇集产生的流量当作通过地面汇集达到计算断面的。

**4.5.7** 由于地铁、重要地下设施等的设防标准较高，城市雨水系统基本无法满足其防涝要求，因此其设防标准应结合具体情况依据相关规范确定，并采取相关防涝措施，保证防涝安全。

## 4.6 排涝除险设施设计流量

**4.6.1** 城市内涝原因复杂，单靠雨水管网提标改造来实现内涝防治，不仅不一定能够消除内涝，还会面临巨额建设资金投入、大面积开挖影响交通等问题。

当发生超过地下管渠排水系统设计标准的降雨时，雨水径流量会超过管渠排水系统输送能力，只有部分雨水径流能够进入管渠排水系统，剩余“超标”雨水径流会沿地表漫流；另外，部分承压的雨水管渠可能会发生冒溢，溢流雨水与“超标”雨水汇合形成地表径流，沿着事先设计的大排水系统有组织地流向下游接纳水体或调蓄设施，避免地表径流无序漫流汇入低洼处形成内涝。在超出管渠设计重现期降雨发生时，城镇防涝设施发挥作用，汇集雨水通过地表漫流排入道路，形成行泄通道；排入城镇水体、绿地、公园等，形成了内涝调蓄设施。

**4.6.3-2** 排涝除险设施通常只在暴雨时发挥临时的行泄、调蓄功能，通常是道路、公园、广场、绿地、停车场、水体等开敞空间，也可以是设置在地下的调蓄池等。

## 5 内涝风险评估

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 城镇内涝风险评估应以管控单元为单位逐步推进建成区城镇内涝风险评估，并对存在的内涝风险区提出系统化治理方案。

**5.1.2** 城镇内涝风险评估应衔接平原排涝体系中的内河控制水位，并对城镇内涝防治重现期降雨条件下的雨水排放能力和内涝风险进行评估。

**5.1.3** 目前，城镇内涝风险评估尚处在研究与探索中，评估的方法也很多，但用的较多的主要有以下三种方法：历史灾情法、指标体系法和数学模型法。

#### 1 历史灾情法

历史灾情法是基于历史灾情数理统计的内涝灾害评估方法。该方法虽然思路清晰、计算简单，不需要详尽的地理数据，但要求有长时间序列的历史灾情数据资料，城镇通常难以获得。且这种方法评估结果是区域性风险，不能反映灾害风险的空间差异，不适合在小尺度区域的评估。

#### 2 指标体系法

指标体系法是基于指标体系分析的内涝风险评估方法。该方法虽然计算相对简单，可以宏观上反映区域风险状况，在目前灾害风险评估中也应用较多。但该方法的局限性在于，评估指标的选取往往受制于数据的可获取性，可能出现“以点代面”的现象，也不适合小尺度区域进行，不能完全反映灾害风险在空间分布特性。

#### 3 数学模型法

数学模型法是借助于 GIS 技术、计算机技术和通讯技术，建立地

形模型、降雨模型、排水模型和下垫面模型，模拟内涝在发生的情景，是一种高精度、可视化、动态的内涝风险评估方法。数学模型法能直观、高精度地反映一定概率的致灾因子导致灾害事件的影响范围与程度，能高精度地反映灾害风险的空间分布特征。但该方法的不足在于对区域地理资料和排水资料要求高、计算复杂、工作量大。

**5.1.4** 城镇内涝风险等级的划分是内涝防治系统布局的重要依据。城镇内涝风险等级与积水时间、积水深度以及积水造成的灾害损失密切相关，需综合确定。

本标准将积水损失以区块重要程度来衡量，分为中心城区重要地区、中心城区及非中心城区。

相同积水时间对不同重要程度区块造成的交通及财产损失亦不同，故将积水时间按所处区块的重要程度分档。

一般而言，车行道低于人行道不小于 0.15m，积水不超过 0.15m 时不影响行人和机动车辆通行，可以认为未形成积水灾害，即认为无风险；而沿街商铺及底层住宅的室内地坪通常高于人行道不小于 0.15m，因此当积水深度大于 0.15m 且小于 0.3m 时，灾害损失主要表现为人行交通和车行交通缓慢，但不至于造成财产损失，划入低风险区；而当积水深度大于 0.5m 时，有可能造成人员伤亡，划入高风险区。故将积水深度按低、中、高风险区分档。

同时，无论地区重要程度及积水时间，只要住宅小区底层住户进水，工商业建筑物的一楼进水就应被认定为内涝高风险区。

各地可根据当地实际，提高内涝高、中、低风险区划分标准，增加积水面积等划分因素。

## 5.2 数学模型法

**5.2.1** 数学模型构建与应用可依据《城镇内涝防治系统数学模型构建与应用规程》(T/CECS647)的规定执行。

城镇内涝形成的物理过程可概括为降雨在地表经水文产汇流过程形成管道入流或河道入流,进入管道或河道的径流水体若超过其排水能力会溢出到地表形成地表积水过程。因此,为准确评估城镇内涝风险的分布与等级,需对上述水流交互与演进过程进行定量化的分析计算。

水文学方法把汇水流域当作黑箱或灰箱系统通过建立流域水量输入与流域出口处径流输出间的经验关系进行汇流计算;水力学方法基于水文过程的物理规律,采用数值算法求解水流运动的质量和动量守恒的偏微分方程,得出详尽的汇流演进过程。

降雨模型的目的是生成降雨流量过程线(入流流量-时间曲线),为后续的地表产汇流模型、管渠模型或河道模型提供上游边界条件。

地表汇流水文学计算常用的方法包括推理公式法、等流时线法、瞬时单位线法和非线性水库法;水力学方法的数学模型属于物理性模型,模型参数具有明确的物理意义,主要根据地形和地貌数据经量测和分析获取,并结合历史洪水资料进行率定和验证,其计算结果较为准确、可靠。

地表二维模型通过求解二维圣维南方程较好地模拟水流在二维空间内的物理运动过程,计算可为城镇规划或相关决策提供雨洪水流演进过程中的水力要素值的变化情况。城镇地表二维模型在构建时需要考虑地形和建筑物分布特点、土地利用条件、下垫面透水特性、排水系统运行条件、排水构筑物调度原则、流域产汇流特征等因素。模



型概化包括地形概化、网格划分和边界条件设置：地形概化以等高线、高程点、DEM 数据等为基础数据，通过空间分析工具为模型单元网格设置高程、坡降等地形属性的过程，在城镇区域除考虑自然地形会对地表水流的影响之外，还应对建筑物进行概化处理，利用概化参数模拟水流因受建筑物影响而产生的变向和回水效应；计算网格可分为结构化网格和非结构化网格；广义的模型边界条件包括降雨、流量和 水位等，边界条件应结合区域的水文资料和气象资料设置。

管网水流模型可选的求解方法包括扩散波法、运动波法，应用表明扩散波法在多数条件下与动力波的计算结果差异较小，精度高且计算较动力波法简单。运动波法由于忽略了扩散项，其计算的峰值与实际过程不相符，可应用于对精度要求不高的雨水管道汇流演算。城镇排水管道中水流形态可以是无压的非满管流和有压的满管流，管网中的水流在达到设计流量之前，通常为非恒定无压管流，达到设计流量之后便可能出现非恒定有压管流。

**5.2.2** 数学模型法应进行模型参数的率定和验证，以保证模型结果的准确性和可靠性。

**5.2.3** 数学模型中降雨与洪、潮的遭遇方式应根据其历史遭遇规律分析确定，但特别重要的城镇或地区宜考虑最不利遭遇情况。遭遇分析方法详见现行国家标准《城市防洪工程设计规范》GB/T50805。

### 5.3 指标体系法

**5.3.2** 基于指标体系的内涝风险评估法的理论基础是认为灾害风险是致灾因子、孕灾环境和承灾体的综合函数，灾害风险是由致灾因子危险性、承灾体的暴露性和脆弱性相互作用而构成的有机整体。

**5.3.3** 应根据城镇排水条件，因地制宜地建立指标体系进行城镇内涝

风险评估，确定主要风险因子及对应权重系数；再根据不同风险因子对城镇各分区内涝风险可能产生的影响程度，分别给二级指标划分区段，对不同的风险区段赋予不同分值；最终加权计算得出内涝风险指数。

## 5.4 历史灾情法

**5.4.1** 采用历史灾情法进行内涝风险评估时，应尽量收集全发生时间、降雨情况、内涝防治系统情况、淹没情况、受灾情况等灾情信息，用于后续的灾情对比分析。

**5.4.2** 城镇应根据可收集到的历史灾情信息，合理确定内涝风险等级划分标准，进行内涝风险分析。当历史灾情发生时的降雨数据、积水深度及积水时间数据完备时，可直接采用表 5.1.4 作为内涝风险等级划分标准。如仅收集有历史灾情发生时的积水深度、积水面积信息，则可制定以积水深度、积水面积为指标的内涝风险等级划分标准。

**5.4.3** 收集完成历史灾情信息后，应将内涝防治设计重现期及内涝风险等级划分标准与历史灾情的对应信息进行对比分析，在同一标准下划分内涝风险区、识别内涝风险点。

**5.4.4** 历史灾情法是基于历史灾情数理统计的内涝灾害评估方法。该方法有数据资料难以获得、难以反映灾害风险空间差异等缺点，但该方法的评估结果是数学模型评估法的重要率定与验证资料。

**5.4.5** 长时间序列的历史灾情数据资料，城镇通常难以获得。有条件的城镇应尽快进行灾情信息收集工作，作为历史灾情评估法的基础资料，更是作为数学模型评估法的率定与验证资料。

## 5.5 内涝风险点识别

**5.5.1** 城镇内涝防治规划设计应以内涝风险评估结果为依据，在划定内涝风险区的基础上，进一步识别内涝风险点。城镇可在内涝风险区划定的基础上，将风险区细分到地块、甚至小区级尺度的内涝风险点，综合考虑内涝风险等级、人口密度、社会经济影响等因素，建立指标体系，分级内涝风险点，实行分级、分阶段防治。

**5.5.3** 内涝风险点应该在一定时间内得到治理，当资金有限、人员有限、时间有限等情况发生时，应根据内涝风险点分级结果选取风险程度高的内涝风险点先行治理，其他暂无法治理的内涝风险点也应做好应急措施。

**5.5.4** 内涝风险点多为低洼区域、下沉空间或地下空间等，对于常见内涝风险点，在汛期前应予以重点内涝风险排查。

## 6 源头减排设施

### 6.1 一般设计规定

**6.1.2** 源头减排设施是城镇内涝防治系统的重要组成部分,可以控制雨水径流的总量和削减峰值流量,延缓其进入排水管渠的时间,起到缓解城镇内涝压力的作用。部分源头减排设施对控制径流污染或雨水资源利用也具有重要的作用。

**6.1.3** 源头减排设施的设置宜保持或模拟原有的自然水文特征,充分利用现有自然条件对雨水的渗透、蒸发和储存功能,从源头开始全程控制地表径流具有天然水文和生态特性的源头减排设施不仅能有效地消除雨水径流的不利影响,还对促进区域良性水文循环,改善当地生态环境有显著作用。

**6.1.4** 同一项目往往可以采用多种形式的源头减排设施,每项设施分别承担一定的控制雨水径流总量和削减径流峰值流量的任务,形成包含渗透、转输和调蓄等过程的源头减排系统。

**6.1.5** 源头减排设施的设计应在充分调查研究的基础上进行,结合各地区的实际情况和特点,合理确定源头减排方案。

**6.1.6** 用于径流总量控制时,宜采用数学模型法对汇水区范围进行建模,并利用实际工程中典型设施或区域实际降雨下的监测数据对数学模型进行率定和验证后,再利用多年(宜为近 30 年,应至少近 10 年)连续降雨数据(时间步长宜小于 10min,不应大于 1h)进行模拟,评估总量控制目标的可达性、优化设施布局等。

年径流总量控制率的“控制”,指的是“总量控制”,即包括径流污染物总量和径流体积。对于具有底部出流的生物滞留设施、延时调

节塘等,雨水主要通过渗滤、排空时间控制(延时排放以增加污染物停留时间)实现污染物总量控制,雨水并未直接外排,而是经过控制(即污染物经过处理)并达到相关规定的效果后外排,由于径流污染是总量控制的重要内容,故而该情形也属于总量控制的范畴。

降雨初期的雨水水质和污染防治要求与当地的水文气象条件、地表受污染状况和接纳水体环境容量等密切相关,因此应综合考虑多种因素,经技术经济比较后确定。国家标准《室外排水设计标准》GB50014规定,用于分流制排水系统径流污染控制时,调蓄量可取 4mm~8mm。当缺乏数据时,应满足国家现行标准的相关规定。

**6.1.8** 本条为强制性条文,必须严格执行。加油站、修车厂、危险废物和化学品的储存和处置地点、污染严重的重工业场地等,严禁采用渗透设施,以免污染物质渗入地下,造成土壤和地下水污染。

**6.1.9** 本规范公式(5.1.10-1)和(5.1.10-2)适用于下凹式绿地和生物滞留设施等有一定滞蓄空间的渗透设施规模计算。本规范公式(5.1.10-2)中有效渗透面积  $A_s$  计算时,水平渗透面按投影面积计算,竖直渗透面按有效水位高度的 1/2 计算,斜渗透面按有效水位高度的 1/2 所对应的斜面实际面积计算,地下渗透设施的顶面积不计。

滞蓄空间很小的渗透设施,一般不考虑其储存容积,而重点关注其渗透性能。

**6.1.11** 绿地和广场等场所兼作雨水源头减排设施时,应妥善处理其与周围地区在高程布置上的关系,确定汇水范围和汇水途径。应设置地表或地下雨水通道,使周围地区的雨水有组织地流入既定的源头减排设施。

**6.1.12** 为使景观水体兼具源头调蓄的功能,在水景规划方案和各设计

参数初步确定之后,应采用水量平衡的方法对水体水量进行计算。水量平衡分析是在满足水景正常运行的条件下(如保持设计常水位),计算一段时间内水体的输入水量、输出水量和二者之间的差值,根据差值可确定水体在现行规划设计下的水量盈亏状况,从而确定是否满足水景需要、是否需要外排水或补水,以及相应的补水成本等。为保证安全,景观水体的水深不宜过深。

**6.1.14** 植草沟采用的设计重现期宜按雨水管渠设计重现期确定,当同一服务范围内同时设置雨水管时,植草沟的设计重现期可适当减小。

## 6.2 常用源头减排设施

**6.2.10** 新建、改建和扩建地区应根据场地条件,因地制宜地选择和建设目标相协调的源头调蓄设施。源头调蓄设施有多种形式,包括和区域内的天然或人工水体结合的调蓄设施、设置在地上的敞开式雨水调蓄池和地下的雨水调蓄设施。以渗透功能为主的源头减排设施,如透水路面、绿色屋顶、下凹式绿地和生物滞留设施等也具有调蓄功能。与地下式的雨水调蓄设施相比,敞开式雨水调蓄设施工程量小、便于日常巡视和维护管理,但因为其占用地面面积,在人口和建筑稠密的地方难以实施,同时还应注意安全问题。

调蓄设施的设计,除应满足本规范要求外,还应符合现行国家标准《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB51174的有关规定。

**6.2.13** 地下雨水调蓄设施建在绿地、广场和停车场下方,便于维修和改造。绿地内的地下调蓄池建设和绿地建设相协调。地上和地下应

统一规划设计，并应保证绿地性质和功能。植物根系生长适宜的覆土厚度要求如下：大型乔木根系生长一般为 1.5m~3.0m，中、小型乔木根系生长一般为 1.0m~1.5m，大型灌木根系生长一般为 0.6m~0.8m，小型灌木根系生长一般为 0.4m~0.5m，宿根花卉根系生长一般为 0.3m~0.5m，一、二年生花卉根系生长一般为 0.2m~0.3m。

## 7 雨水管渠设施

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 雨水管渠设施与排涝除险设施相对应。雨水管渠设施主要主要应对短历时强降雨的大概率事件，其设计应考虑公众日常生活的便利，并满足较为频繁降雨事件的排水安全要求。排涝除险设施则主要应对长历时降雨的小概率事件。

**7.1.2** 雨水管渠的系统设计，应按城镇总体规划和分期建设情况，全面考虑，统一布置，逐步实施。有条件时，干管应优先实施，避免因建设时序安排不当造成雨水没有出路。

**7.1.3** 应按照宁波市区内涝防治设计重现期的要求，对排水管渠设施在较强降雨情况下的排水能力进行校核。如果校核结果不能满足内涝防治设计重现期要求，应对系统中的源头减排设施、排水管渠设施和排涝除险设施进行调整。排水管渠设施调整措施包括优化排水路径、扩大管径和建设管渠调休设施等。

**7.1.4** 雨水排水管渠按重力流、满管流设计，当应对重现期的较强降雨时，排水管渠可能处于超载状态，收纳水体水位抬升也会影响出水口排水能力，因此应根据管道上下游的水位差对管渠的排水能力进行校核。

**7.1.7** 新建地区应当实行雨水、污水分流。在雨水、污水分流地区，雨水管道和污水管道不得相互混接。雨水、污水合流地区，应当按照排水与污水处理规划要求，进行雨水、污水分流改造；在旧城区改建



和道路建设时，应当统筹雨水、污水分流改造。

排涝工程设施，如蓄水池，可兼顾城镇初期雨水污染控制及雨水利用等功能，因此，在有条件的情况下，内涝防治系统规划应充分结合污染控制工程及雨水利用工程规划进行编制。

**7.1.8** 管渠采用的材料一般有混凝土、钢筋混凝土、球墨铸铁、塑料、钢等。钢筋混凝土管道工艺成熟、质量稳定、管道强度高，但对管道基础要求较高，施工时间较长，管道粗糙系数大。球墨铸铁管适用于排水工程，具有施工便捷、防渗漏等优点。塑料管道具有粗糙系数小、防腐性能好、抗不均匀沉降性能好、实施方便的优点。金属管材使用时应充分考虑防腐要求。

## 7.2 雨水管渠系统

**7.2.3** 提出雨水干管应敷设在较利于雨水收集的低洼处，以便雨水更快汇集。

**7.2.5** 淹没出流不利于雨水的顺利排放，故雨水管渠出水口底高程宜高于受纳水体的常水位，有条件时宜高于设计防洪（潮）水位；本条提出雨水管渠存在受水体水位顶托的可能时，应因地制宜的采取相应措施，防止倒灌。

**7.2.15** 管道在检查井的连接，采用管顶平接，可便利施工，但可能增加管道埋深；采用管道内按设计水面平接，可减少埋深，但施工不便，易发生误差。设计时应因地制宜选用不同的连接方式。

**7.2.17** 针对我市多为软土地基，地质条件较差的情况，对管道基础的

处理尤为重要，可采用干砌大片、浆砌块石等作为加固措施，必要时进行桩基处理。

**7.2.18** 根据现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB50032 的有关规定，排水管道采用承插式管道时，应采用柔性接口避免不均匀沉降或地震造成的接口错位。

**7.2.20** 一般情况下，宜执行最小覆土深度的规定：人行道下 0.6m，车行道下 0.7m。不能执行上述规定时，需对管道采取加固措施。

在宁波市，为了降低管道施工对道路交通的影响，加快管道施工，回填后进行结构层压实时，多采用机械夯实。考虑到道路结构层施工时对管道的影响，管道敷设在道路结构层以下并与结构层保持一定的距离，可有效保护管道安全。

**7.2.26** 常规单算雨水口泄流能力约为 20L/s，扩大型单算雨水口泄流能力约 35L/s。经核算，在雨水口设计流量为管渠设计重现期计算流量的 1.5~3.0 倍要求下，单个雨水口在不同设计暴雨强度下对应的建议服务面积如下表所示。

常规单算雨水口	设计暴雨重现期	2	3	5	10	20	30	50
	服务面积/m <sup>2</sup>	330	300	270	235	190	180	165
扩大型单算雨水口	设计暴雨重现期	2	3	5	10	20	30	50
	服务面积/m <sup>2</sup>	578	525	473	411	333	315	289

考虑到宁波的地基地质特性，公交站台、道路交叉口位置易出现不均匀沉降，导致道路设计低点位置改变，因此考虑这些区域设置线性排水措施为宜。

针对近年来宁波市屡有发生的高架积水事件，究其原因主要是因为高架道路具有纵坡坡度大、距离长的特点，因而雨水难以在大纵

坡段被雨水口有效收集，导致在高架低点出现雨水汇集、排放不及的情况。因此，本次标准建议在高架纵坡低点设置线性排水设施，增加此处的雨水收集能力，并增配雨水立管。

## 7.3 雨水泵站

**7.3.1** 雨水泵站作为雨水管渠设施的重要组成部分，应满足城市总体规划 and 排水专业规划的要求，通过优化泵站的布局尽可能提高排水系统的运行效率，节约节能。

**7.3.2** 充分考虑集约节约用地，为满足水环境、水安全需要，控制径流污染、降低内涝风险、利用雨水资源，可根据需要，在泵站中设置调蓄池。

**7.3.3** 用于城镇内涝防治的泵站设计规模和多种因素密切相关。泵站上游的调蓄设计容积越大，泵站所需的设计规模越小，反之亦然。因此，在满足内涝防治设计重现期要求的前提下，应经过经济分析比较后，选取合适的方案。

**7.3.4** 由于雨水泵站抽送雨水时会产生噪音，对周五环境造成影响，故宜设计为单独的建筑物。

**7.3.5** 泵站的卫生防护距离涉及周围居民的居住质量，在广大居民环保意识增强的情况下，显得尤其必要，故作此规定。泵站地面建筑物的建筑造型应与周边环境协调、和谐、统一。

### 7.3.6

**1** 泵站地面标高填高。这需要大量土方，并可能造成和周围

地面高差较大，影响交通运输。

**2** 泵房室内地坪标高抬高。可减少填土土方量，但可能造成泵房地坪与泵站地面高差较大，影响日常管理维修工作。

**3** 泵站或泵房入口处筑高或设闸槽等。仅在入口处筑高可适当减低泵房的室内地坪标高，但可能影响交通运输和日常管理维修工作。通常采用在入口处设闸槽、在防洪期间加闸板等，作为临时防洪措施。

**4** 市区沿江泵站建议用防洪墙替代普通围墙，标高增高至4.50米，根据地基情况选取合适的防洪墙形式。

**7.3.7** 由于雨水泵的特征是流量大、扬程低、吸水能力小，根据多年来的实践经验，应采用自灌式泵站。湿式泵站可增大集水池容积有效利用占地，提高泵站运行可靠性，安全性。

**7.3.8** 本条为强制性条文，必须严格执行。供电负荷是根据其重要性和中断供电所造成的损失或影响程度来划分的。若突然中断供电，会造成较大经济损失，给城镇生活带来较大影响者应采用二级负荷设计。若突然中断供电，会造成重大经济损失，给城镇生活带来重大影响者应采用一级负荷设计。二级负荷宜由两回路供电，两路互为备用或一路常用一路备用。根据现行国家标准《供电系统设计规范》GB50052的有关规定，二级负荷的供电系统，对小型负荷或供电确有困难地区，也允许一回路专线供电，但应从严掌握。一级负荷应采用两个电源供电，当一个电源发生故障时，另一个电源不应同时受到损坏。

## 8 排涝除险设施

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 排涝除险设施承担着在暴雨期间调蓄雨水径流、为超出源头减排设施和市政排水管渠设施承载能力的雨水径流提供行泄通道和最终出路等重要任务，是满足城镇内涝防治设计重现期标准的重要保障。排涝除险设施主要包括行泄通道、调蓄设施和城镇水体等。其中城镇水体包括河道、湖泊、池塘和湿地等天然或人工水体；调蓄设施包括下凹式绿地、下沉式广场、调蓄池和调蓄隧道等设施。

排涝除险设施的建设，应遵循低影响开发的理念，充分利用自然蓄排水设施，发挥河道行洪能力和水库、洼地、湖泊调蓄雨水的功能，合理确定排水出路。

**8.1.2** 排涝除险设施的规划和建设涉及海绵城市建设、道路交通、城镇防洪、园林绿地等多领域，所以应在国土空间总体规划的框架下，统筹规划排涝除险设施和其他内涝防治设施，合理确定其建设规模，保证排涝除险设施与源头减排设施、雨水管渠设施共同达到内涝防治设计重现期标准。

**8.1.3** 针对老城区排涝除险设施的建设，对现状管网、地表漫流情况等空间和竖向条件的评估尤其重要，部分地区通过道路断面微调实现排水标准的较大幅度提高，而并非需要在所有地区都整体对排水管道进行更新改造，或增加建设大型调蓄设施。对于内涝风险较为严重区域应重点进行评估分析，在有条件的地区可以在源头建设源头减排设

施，则综合源头减排设施、雨水管渠设施、道路行泄通道会更大幅度的提高区域的综合内涝防治标准。

老城区雨水管渠设施已基本形成，短期内进行大规模的管网翻新、蓄排设施建设影响较大，部分老城区也难以一次性达到内涝防治要求，可结合地区的整体改造和城镇易涝点的治理，从源头控制、过程蓄排结合、优化汇水路径、提高雨水管渠排水能力、建设超标雨水控制设施等多方面入手，分阶段达到标准。

新建城区应充分利用城市的现状地形条件，评估地表径流通道，为超标径流预留排放通路，识别保护现状坑塘、湿地、河道等天然蓄排空间。新区道路建设过程需衔接道路与排水专业，评估道路的排水能力及下游接纳体调蓄能力，考虑排涝除险系统的相关要求。

通过计算分析管网+道路路面排水综合排水能力，综合达到高重现期标准，同时通过计算道路路面排水在满足相应标准要求下的最大服务面积，将该服务面积作为城市排水子汇水区域划分的依据之一，从而做好内涝防治的综合规划设计。

**8.1.4** 排涝除险设施往往具有多功能和多用途。例如，道路的主要功能是交通运输，但在暴雨期间，某些道路可以是雨水汇集、行泄的天然通道，因此，道路的过水能力、道路在暴雨期间的受淹情况和暴雨对道路交通功能的影响是内涝防治设计中必须考虑的因素。城镇中的绿地和广场是居民休闲、娱乐和举行大型集会的场所，但如果设计成下凹式，这些设施可以在暴雨期间起到临时蓄水、削减峰值流量的作用，减轻排水管渠系统的负担，避免内涝发生。同一设施的不同功能

往往会有冲突，例如道路的积水会影响运输功能，下凹式绿地和下沉式广场可能会影响美观性。因此，应综合考虑其各项功能，在确保公众生命和财产安全的前提条件下明确在不同情况下各项功能的主次地位，做出有针对性的安排。

## 8.2 行泄通道

**8.2.1** 应对降雨超出源头减排设施和雨水管渠设施控制能力和排水系统发生故障的风险进行评估。当经济损失较大时，需要考虑为超出源头减排设施和雨水管渠设施控制能力的雨水设置临时行泄通道。应制定暴雨运行模式下的预案，在相应的暴雨预警条件和地面积水条件下采取适当的安全隔离措施。

澳大利亚和新西兰标准《Plumbing and drainage-Storm water drainage》ASNZS3500.3-2003(2006 修订版)也规定了要考虑市政雨水排水系统失效条件下的雨水排除。

雨水行泄通道包括开敞的洪水通道、规划预留的雨水行泄通道，道路两侧区域和其他排水通道。

**8.2.2** 临河建设地块应设置排向河道的地表行泄通道，服务范围不宜小于地块面积的一半，有利于地块雨水的排放，减轻市政道路的雨水管渠排放压力，提高相应雨水管渠的重现期。

**8.2.3** 欧美部分国家一般设置路面漫流系统，路面漫流系统是指在超出管渠设计重现期降雨发生时，道路排水管渠系统超负荷运行，路面出现大量雨水漫流，此时道路表面构成排水通道，汇集雨水通过地表

漫流排入自然或人工渠道、调蓄设施。借鉴欧美经验，本标准排涝除险设施设计中引入雨水行泄通道的概念。

城镇排水系统下游管渠担负的流量较大，下游地区发生内涝的风险大，宜在城镇排水系统下游选取合适路段作为行泄通道。

道路行泄通道设计应综合考虑周边用地的高程、漫流情况下的人行和车行、周边敷设的市政管线的影响，避免行泄通道的设计造成其他系统的损失。

路面行泄通道末端接跨桥梁时，若道路坡向发生变化，可结合沿河绿地单独设置排水通道，上游接路面行泄通道最低点，下游接城镇水体，使之连接通畅，形成排水通道，满足输送需求。

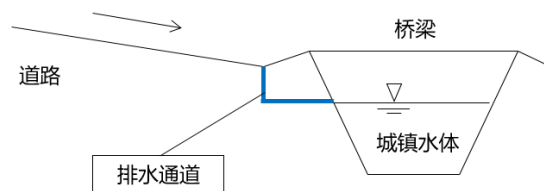


图 1 路面行泄通道排入河道方式示意图

《城乡建设用地竖向规划规范》(CJJ83-2016)规定道路最小纵坡为 0.3%。《城市道路工程设计规范》(CJJ37-2012)规定道路最小纵坡不应小于 0.3%。实际规划设计过程中，无论地势是否平坦，均采用了一定坡度的道路断面线型，致使在平坦地区道路设计时需要增加变坡点，形成了“波浪形”的道路。当整体地形无法满足 0.3%的坡度时，强行要求道路纵坡不能小于 0.3%，虽然满足了低重现期设计标准内降雨的有效收集和排放，但当超标降雨发生时，其形成的凹型竖曲线



将阻碍地面径流的顺利排泄，导致路面行泄通道无法形成，低洼点蓄积的雨水将无法及时排除，极易引发积水内涝。

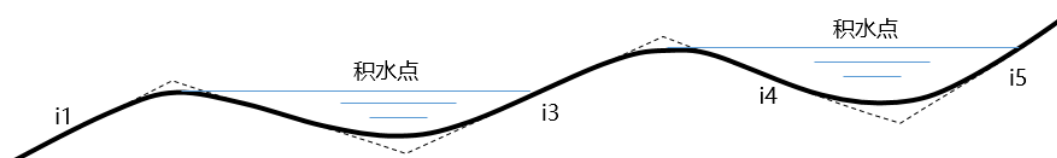


图2 波浪形道路纵坡面示意图

在地势相对平坦的地区，可以通过增加道路横坡、减少雨水口间距、增加篦前水深、选择合适的排水口形式以及采用透水沥青路面等方式进行路面排水，以确保小纵坡条件下道路排水顺畅。

路面雨水通过道路横坡和纵坡坡度向雨水口处进行汇流，在纵坡一定的情况下，排水口的排水效率随着道路横坡的增加而提高，尤其是对于开口式雨水口，其在道路横坡增加的情况下，排水效率大幅度增加。因此，在确保道路行车安全的前提下，选用较大的道路横坡不仅有利于排水口的排水，同时对于减少过水宽度，确保部分车道安全积水宽度有着积极的作用。

行泄通道积水深度若超出行车安全最大深度时需封闭道路，保障城市安全，行泄通道不应选择城镇交通主干道，同时也不应选择在城镇重要区域。对于城镇易积水地区，根据以往统计情况，宜规划新建或改建行泄通道，以辅助排除易积水地区雨水，减小内涝风险。

鉴于地表漫流系统的复杂性，作为行泄通道的道路排水系统宜采用数学模型法校核积水深度和积水时间。

作为行泄通道的城镇道路及其附属设施应设置警示标志和积水

深度标尺。警示标志的形式与交通标志一致，也可以采用电子显示屏等设备。积水深度标尺宜采用木制或塑料标尺，白底黑字采用电子显示时，应保证强降雨条件下的电源供给。警示标志和积水深度标尺应设置在距离雨水行泄通道安全范围之外，保证处于安全位置的行人或司机能够清楚地阅读警示标志的内容和标尺上的刻度。警示标志内容应清晰、醒目。

在借鉴发达国家和地区经验的基础上，结合国内设计工作的实际情况，提出路面行泄通道设计一般流程和计算方法：

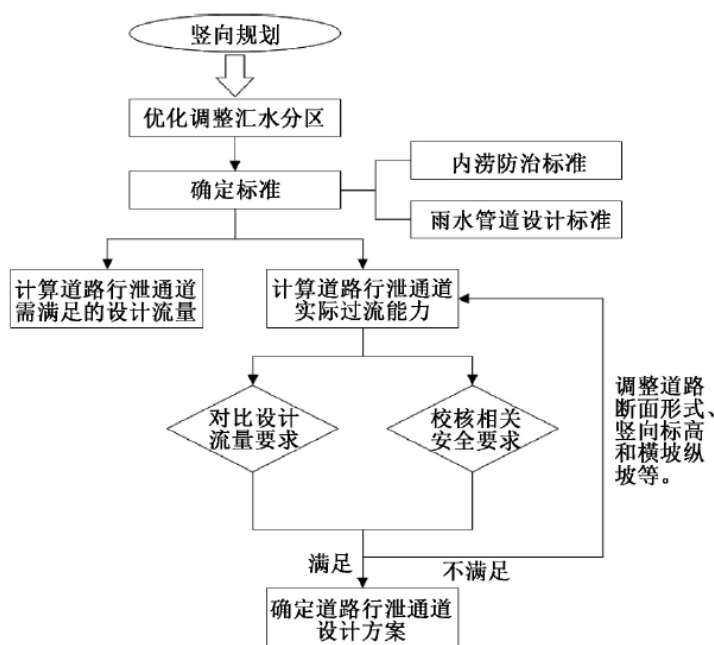


图3 路面行泄通道设计流程

(1) 优化调整地表径流汇水分区。基于竖向规划划定的路面行泄通道对应的地表径流汇水分区，结合道路实际设计条件优化调整汇水分区。需注意的是，沿河道路可按照就近排河方式调整汇水分区。

(2) 确定标准。确定内涝防治标准和雨水管渠设计标准。

(3) 计算路面行泄通道设计流量。采用推理公式法，分别计算内涝防治标准下汇水分区的设计流量 $Q_1$ 和排水标准下的雨水管渠设计流量 $Q_2$ ， $Q_1-Q_2$ 即为路面行泄通道设计流量。

(4) 计算路面行泄通道实际过流能力。按照已初步确定的道路断面、竖向标高、横坡和纵坡等道路几何设计参数，采用曼宁公式，计算路面行泄通道实际过流能力。

(5) 过流能力对比和安全校核。对比路面行泄通道实际过流能力与路面行泄通道设计流量的大小；当过流能力大于设计流量时，路面行泄通道满足设计要求；当过流能力小于设计流量时，路面行泄通道不满足设计要求。

根据《城镇内涝防治技术规范》(GB1222)规定的“道路中一条车道的积水深度不超过15cm”的要求，校核目前的设计方案是否满足安全要求。

(6) 优化调整道路几何设计参数。如路面行泄通道实际过流能力不满足设计流量要求，或不满足安全要求，则需对道路断面形式、坡度等几何设计相关参数进行调整，重新计算和校核，直至满足要求。

## 8.3 调蓄设施

**8.3.1** 城镇绿地是重要的内涝防治设施，因此应保证一定的绿地率。在城镇内涝防治系统中，城镇绿地按其功能可分为源头调蓄绿地和排涝除险调蓄绿地。

从承担的主要作用看，设置在源头的下凹式绿地主要用于削减或

延缓进入雨水管渠的径流，雨水径流超过绿地本身承受能力时进入雨水管渠用于排涝除险的绿地主要用来接纳周边汇水区域在排水管渠设施超载情况下的溢流雨水，充当“可受淹”设施用于排涝除险的城镇绿地高程应低于路面高程，地面积水可自动流入，通常不设溢流设施。目前我国许多城市中的大量绿地广场出于景观考虑，般设置成高出地面，对解决城镇内涝问题作用甚微，应从海绵城市建设理念出发，逐步加以改造提升。

**8.3.4** 目前国外、我国香港地区和北京奥林匹克中心均建有下沉式广场，这些广场平时作为休闲活动场所，雨天成为雨水调蓄设施。城镇广场的建设应按多功能多用途的原则，在内涝风险较大的地区宜设计为下沉式。下沉式广场除满足广场的常规功能外，也能起到防治内涝的作用，成为城镇内涝防治系统的重要组成部分。可利用的下沉式广场包括城镇广场、运动场、停车场等，但行政中心、商业中心、交通枢纽等所在的下沉式广场不应作为排涝除险调蓄设施。

## 8.4 城镇水体

**8.4.1** 河道、湖泊、池塘等自然或人工水体本身具有较大的容积，因此，在不影响其平时功能的条件下，充分利用水体对雨水径流的调节能力，发挥其降低城镇内涝灾害的作用。

**8.4.2** 河道基本水面率，是指一定区域范围内，按照以不减少现状河道水域面积为基础，同时满足经济社会发展对河道水域防洪排涝、水资源利用、景观、生态保护等多种功能需求和技术标准要求，确定的

河道水域面积占国土面积的最小比率。

城镇规划和设计过程中水面率是很重要的指标，应尽量保留原有的河道、湖泊等自然水体，充分利用城镇天然水体，不仅有利于维持生态平衡，改善环境，而且可以调节城镇径流，减少排水工程规模，发挥综合效应。对现有水体进行水系修复与治理时，应依据相关规划，满足规划蓝线和水面率的要求，不应缩减其现有调蓄容量，不应损害其在城镇内涝防治系统中的功能。

**8.4.3** 内河水系是排涝系统中重要的排放通道和调蓄载体，排涝标准是内河水系设计的最重要依据。利用平原内河作为城镇水体进行城镇内涝防治时，首先平原内河的选择上应不影响平原排涝体系的总体格局，其次城镇河道设计的内涝防治标准应在排涝标准的基础上与市政排水系统的进行有效协调和衔接，结合城镇汇水范围和竖向等条件综合设计。

**8.4.4** 应根据城镇内涝防治设计标准，对城镇水体的过流能力、水位、水量进行校核，内河应满足城镇内涝防治设计标准中的雨水调蓄、输送和排放要求。不能满足标准要求时，应综合采用源头调蓄等工程措施。

**8.4.6** 城镇人工水体在城镇内涝防治系统中主要是延缓雨水径流进入下游的时间，防止暴雨期间地表径流过快汇集，因此其调蓄能力要满足内涝防治系统规划的要求。具有景观环境、排涝等多种功能的人工水体，应保证各种功能的协调，避免相互影响。

**8.4.7** 不同地区应因地制宜合理选择自排或泵站排放的排放方式。平

原内河高水位时不能自排的地区一般应在排水出口设置挡水闸，并适当多设排水口，利于水位时自流排放。

## 9 地下空间、下沉空间内涝防治措施

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 鉴于内涝防治措施不同，将城镇主要内涝风险点分为地下空间、下沉空间。

**9.1.2** 设置为防涝应急调蓄设施的地下空间和下沉空间，其设计标准应不受所在区域防涝标准的限制。

**9.1.3** 与下沉空间不同，地下空间可以做到避免雨水直接进入，故应以防为主。

**9.1.4** 合理确定地下空间、下沉空间排水系统的汇水面积，高水高排，低水低排，并采取设置挡墙、驼峰等有效地防止高水进入低水系统的拦截措施，是排除地下空间、下沉空间积水的关键问题。驼峰高度不宜低于 0.5m。

**9.1.5** 本条为强制性条文，必须严格执行。泵站供电负荷是根据其重要性和中断供电所造成的损失或影响程度来划分的。若突然中断供电，会造成较大经济损失，给城镇生活带来较大影响者应采用二级负荷设计。若突然中断供电，会造成重大经济损失，给城镇生活带来重大影响者应采用一级负荷设计。二级负荷宜由两回路供电，两路互为备用或一路常用一路备用。根据现行国家标准《供配电系统设计规范》GB50052 的有关规定，二级负荷的供电系统，对小型负荷或供电确有困难地区，也允许一回路专线供电，但应从严掌握。一级负荷应采用两个电源供电，当一个电源发生故障时，另一个电源不应同时受到损

坏。

**9.1.6** 内涝预警和监控系统应纳入当地及全省综合应急指挥平台体系，实现互通互联、信息汇总、指挥协调、视频会商等功能。内涝风险点数据格式可参考《防汛抗旱感知数据交换规范（试行）》（2019年5月）的规定，并应满足当地及全省综合应急指挥平台体系的要求。

## 9.2 地下空间

**9.2.1** 地下空间主要内涝防治措施。

**9.2.2** 地下空间应采取措施防止客水进入，以免造成更严重内涝；而且地下空间本身应做好防水，按照现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB50108的有关规定执行。《地下工程防水技术规范》GB50108中规定：地下工程通向地面的各种孔口应采取防地面水倒灌的措施。人员出入口高出地面的高度宜为0.5m，汽车出入口设置明沟排水时，其高度宜为0.15m，并应采取防雨措施。

**9.2.3** 有条件的地区，其地下空间出入口宜设置防淹门或防淹挡板。防淹门或防淹挡板的设置应因地制宜的确定其承压能力、挡板高度及控制方式等。城市下穿隧道和轨道交通的防淹挡板一般设置在敞口段起终点，防淹门设置在出入口处。

**9.2.6** 地下空间内部重要设施应采取相关措施防止受淹，避免影响其正常功能的使用。《民用建筑设计统一标准》GB 50352-2019中规定：变电所地面或门槛宜高出所在楼层地面不小于0.1m。如果设在地下层，其地面或门槛宜高出所在楼层地面不小于0.15m。



**9.2.8** 排水集水池的有效容积，不应小于最大一台排水泵 60s 的出水量，并应满足水泵安装和吸水要求。

**9.2.10** 水位监测系统，与出入口处的防淹门或防淹挡板联动，允许积水深度应在保障地下空间其他功能或设施正常运转的前提下，与建筑等相关专业商议后确定。

### 9.3 下沉空间

**9.3.1** 下沉空间主要内涝防治措施。

**9.3.2** 下沉空间内涝防治应防止下沉空间雨水进入与之连通的建筑（如有），包括抬高建筑室内地坪、设置防淹挡板等措施。

**9.3.7** 下沉空间本身有雨水直接进入，排涝压力较大，有条件的下沉空间内部应尽量避免屋面雨水的接入，减少排水量。

**9.3.8** 下沉空间雨水集水池及排水泵的设计应满足现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的规定。

**9.3.10** 有条件外排雨水的下沉空间应尽量避免设置雨水调蓄池，如无外排雨水条件或有其他限制条件，应按现行国家标准《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB51174 和《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB50400 的要求设计。

**9.3.11** 有研究标明，轮胎的四分之三（一般为 0.3m）处是车辆涉水的安全线，在这个高度的水位以下一般不会影响车辆的正常行驶；而当积水深度大于 0.5m 时，有可能造成人员伤亡；所以本标准按此设置最低临时封闭标准。

## 10 运行维护

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 城镇内涝防治系统是由工程设施和非工程措施共同组成的。任何工程设施都只能满足一定标准的降雨重现期要求，发生超过这个标准的降雨都会对内涝防治系统乃至城镇造成影响，甚至形成内涝，因此必须辅之非工程措施，才能发挥最大的效益，有效应对各类极端降雨。

**10.1.4** 城镇内涝防治系统的运行管理是一项综合性的系统工程，应考虑多系统的相互协调和影响。

**10.1.5** 城镇内涝防治系统的运行管理应制定运行管理制度、岗位操作制度和设施设备维护制度，明确具体职责，对城镇内涝防治设施进行日常运行维护和管理调度，保证城镇内涝防治系统效能的发挥。事故应急预案包括内涝预警方法和应急措施等内容。

**10.1.6** 城镇内涝防治系统运行维护管理按阶段可分为非汛期和汛期，汛期又分汛前、汛中、汛后。非汛期包括内涝防治设施的日常检测和养护等。汛期应根据汛前、汛中和汛后的特点采取不同措施，汛前人员安排和设施调试，汛中设施的运行和调度，汛后设施的养护和管理等，责任明确到人。

**10.1.7** 多功能城镇内涝防治设施在降雨期间和非降雨期间承担不同的功能，如城镇水体在非降雨期间，可作为城镇景观水体或休闲娱乐设施，为确保设施正常安全运行，应制定不同运行模式互相切换的管

理制度。

**10.1.8** 建立城镇内涝防治设施统一运行管理监控平台对城镇内涝防治十分重要，有利于提高内涝防治设施利用水平。

## 10.2 日常维护

**10.2.1** 发生内涝后，应急排水人员应带上防涝应急设施赶往积水点进行排水，所以放置应急设施的维修养护基地与易涝区应以车道较多、不易积水的城镇主干道贯通，以保证应急设施及时到达。

**10.2.4** 调蓄池和调蓄隧道中易产生易燃易爆和有毒有害气体，井下作业人员应严格遵守相关的安全防范规定。

**10.2.5** 根据浙江省人民政府办公厅《关于加强城市内涝防治工作的实施意见》（浙政办法[2014]11号）文件要求，各城镇应配置与防涝设施相匹配的管道检查疏通机械设备，定期进行防涝设施检测，并运用远程监控等先进手段，提高防涝设施维护的技术水平、养护质量和工作效率。小型雨水管道（管径 $<600\text{mm}$ ）疏通每年不得小于2次；中型雨水管道（ $600\text{mm}\leq\text{管径}<1000\text{mm}$ ）疏通每2年不得少于3次；大型雨水管道（ $1000\text{mm}\leq\text{管径}$ ）疏通每2年不得少于1次。

其他内涝防治设施的维护作业应符合现行行业标准《城镇排水管道与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ68等相关规定。对雨水泵站，尤其要注意定期试运行，避免灾害时无法启用。

**10.2.7** 暴雨前预先降低内河水位是确保调蓄和阻滞洪水的功能的有效措施，可确保在一定间隔的降雨条件下预留一定的调蓄库容。

现行国家标准《城市防洪工程设计规范》GB/T50805 规定，河道因 24h 内排空涝水。规定 24h 内排至设计水位以下是为了确保调蓄内涝和阻滞洪水的功能，对于降雨间歇较为密集、内涝风险较高区域，该时间可缩短。

**10.2.12** 排水单位和个人自建排水设施应当符合国家和当地有关规定。自建排水设施接入公共排水系统的建设方案应得到有关部分的审批。

建设住宅小区、商业办公楼、工厂等需要向排水设施排水的项目，建设单位应当按照内涝防治规划要求编制建设项目排水设计方案。建设单位应当按照排水设计方案进行建设，相关部门应当对建设单位编制排水设计方案和建设予以指导。

在雨水、污水分流地区，排水单位和个人不得将污水排入雨水管网。

### 10.3 日常管理

**10.3.1** 为更好发挥城镇内涝防治系统工程效能，应建立城镇内涝预警系统，确定预警分级标准和预警等级；针对不同预警等级，结合现状特点，建立不同等级、不同区域、不同部门的应急系统；对内涝预警系统和应急系统进行实际效果评价分析，建立评价体系，以便对预警系统和应急系统做出合理调整。提高公众掌握预警信息解读、应急措施实施和突发状态下自救等能力。

**10.3.2** 城镇内涝防治预警应以最终实现内涝检测预警、全汛期管理、汛期交通导行为目的，对城镇排水模型、地理信息系统、雨量监测、

气象监测预报、城镇内涝实时模拟系统、内涝防治应急系统和信息发布系统进行整合，形成信息化管控平台。

**10.3.3** 城镇内涝防治应急系统应包括源头减排设施、雨水管渠设施和排涝除险设施的事故应急以及超过内涝防治设计重现期情况下的应急。内涝防治设计重现期包括含现状和规划，当现状内涝防治设施不达标时，还应考虑超过现状内涝防治设计重现期能力情况下的应急。城镇内涝防治应急联动管理系统应由排水、气象、水力、路政、交通等多个部门共同参与建立，构建统一指挥、分工协作、多部门高效联动的内涝防治组织体系。内涝防治应急预案应包括不同预警等级、不同区域、不同部门的应急措施和联控配合。对高等级预警状态下有关部门的抢修、抢险的队伍和物质器材等明确具体要求。要求严禁在地表污染严重的地区设置具有渗透功能的源头减排设施，但不能完全避免在地表清洁的地区发生如车辆事故等导致的污染事故。当周边发生污染事故，汇流入具有渗透功能的源头减排设施发生污染事故并可能影响地下水时，应及时启动应急预案，清除污染源和污染土壤，修复地下水。

**10.3.4** 为了及时完善内涝防治预警系统、内涝防治应急系统和内涝防治设施运行工况，须建立内涝防治评价系统，内容包括预警等级准确度、区域预警实际情况、应急措施执行情况、应急措施有效性、部门配合状况、抢修或抢险的队伍和物资器材实际需求、内涝防治设施运行参数和运行效果等。内涝防治工作结束后，应及时形成资料归档，便于后期总体评价，为城镇内涝防治信息化管控平台建设提供有效数

据。

**10.3.7** 有条件的城镇，应充分利用当地现有视频监控系统或新增电子水尺等检测设备实时监测易涝区的积水深度、时间及流速信息；并根据内涝风险评估识别出的内涝风险点位置，进行视频监控或监测设备的布局，其布局位置及配比数量等应在内涝防治规划或内涝风险点整治方案中予以明确。

**10.3.9** 作为应对超标降雨的重要设施，国家尚未出台防涝应急设施的配置标准及用地指标。根据宁波市内涝风险等级划分标准，提出防涝应急设施配置标准。

根据浙江省人民政府办公厅《关于加强城市内涝防治工作的实施意见》（浙政办发[2014]11号）文件要求，为进一步提升城区内涝防治能力，要求各地提升应急抢险能力。各级政府要建立建设、水利、公安、消防、交警、电力等排涝应急抢险队伍，按照城市建成区每平方公里应急排涝能力不低于 100 立方米/小时的标准，足量配备所需抽水泵、移动泵车等，并配套相应的自主发电设备。易受台风、暴雨影响的沿海地区、平原地区设区市至少要配备一台抽水能力不低于 1000 立方米/小时的抽水车，有条件地区可多辆配备。各地要配备一定数量的移动电源车和固定发电机，确保停电状态下排水泵站能正常运行。

# 11 智慧雨水系统

## 11.1 一般规定

**11.1.1** 智慧雨水系统本质上是数字化和信息化的延伸，系统建设要统一标准，同一套建设成果供各管理部门共享共用，避免出现“烟囱式”、“孤岛式”重复性建设。

**11.1.2** 本条规定了对雨水设施管理数据进行分类的标准，并结合雨水业务管理需求进行分类入库，有效存储数据满足用户信息要求和处理要求。

**11.1.3** 本条强调了雨水管理的标准化有利于业务扩展和集成，流程化有助于提高效率降低损失，精细化有助于强化监督保障长效运维。

## 11.2 系统架构

**11.2** 本节规定了智慧雨水系统的建设内容和实现各项目标所需要的技术要素。系统架构应以雨水系统全过程、全要素管理为目标去建设，面向排水业务工作提供专业的、易用的、灵活的服务，利用运维管理机制与必要的资源支持确保智慧雨水系统整体的建设管理和长效运行。

## 11.3 物联感知

**11.3.1** 本条规定了物联感知应具备的基本功能，感知层的数据采集与传输系统与各类自动监测设备之间应能够互相通信、相互协作。

**11.3.2** 数据采集与传输可选用 4G/5G/NB-IoT/ADSL/光纤宽带/串口

等无线和有线通信方式，为了充分满足智慧城市建设的需要，感知层还需具备扩展功能。

**11.3.3** 本条规定了物联感知建设应符合国家和浙江省现行有关的标准和规范，并结合建设实际情况和自身需求进行复用和细化。

## 11.4 基础支撑

**11.4.1** 本条规定了对网络及网络安全设备的要求，允许通过外网接入的用户建议采用加密 VPN 通道。

**11.4.2** 本条规定了感知数据、视频数据传输的网络使用要求。

**11.4.3** 近年来，政务云平台在支撑电子政务集约化建设、促进政务信息共享等方面发挥了越来越重要的作用。《国家电子政务总体方案》及《“十三五”政务信息化工程建设规划》等一系列重要文件中明确指出要加强政务云平台建设及应用。本条规定了智慧雨水系统建设应满足充分利用政务云资源的前提，按需再按私有云或混合云等其它形式自行建设。

**11.4.4** 智慧雨水系统通过标准的服务接口、成熟的服务治理能力和高效的敏捷开发技术，实现后端业务资源到前台易用能力的转化。可选用主流的 RESTful 风格 API、消息队列异步通信等服务接口技术和 Spring Cloud 等服务框架。

## 11.5 数据资源

**11.5.1** 本条规定了雨水数据资源的主要类型。



**11.5.2** 本条规定了雨水数据资源的整合过程和执行标准。

**11.5.3** 各类气象数据、水文数据为本系统的上下游边界数据，应充分利用城市管理部门已有的数据资源，节省投资。

**11.5.4** 本条明确了数据更新机制，保证数据来源的统一性与活性。

**11.5.5** 本条规定了应保证系统间互联互通和信息共享，并基于数据共享交换监管制度和安全保障的前提下进行数据共享交换与公开。

## **11.6 系统应用**

**11.6.1** 本条规定了实现全维态势感知应用的基本要求和展示方式。

**11.6.2** 本条规定了实现内涝预警预报应用的基本需求，应构建雨水数学模型并利用动态数据对模型进行校核。

**11.6.3** 本条规定了应急响应调度应用的基本需求，应建立完善的事前预案、事中应急和事后总结的应用模式。

**11.6.4** 本条规定了会商决策支持应用的基本需求，提供态势感知信息和预警预报信息，结合其他融合指挥平台、视频监控平台提供决策信息支持。

**11.6.5** 本条规定了设施运行维护应用的基本需求，充分利用移动互联网技术实现从人员到维修、保养、巡检、巡查管理的全流程闭环监控。

**11.6.6** 本条规定了公众信息服务应用的基本需求，以提高公众认同感和参与度。

## 11.7 安全体系

**11.7.1** 本条规定了物联感知体系安全应包括的内容和执行标准。

**11.7.2** 本条规定了基础硬件设施和网络应包括的内容和执行标准。

**11.7.3** 根据排水行业的信息安全要求，建议达到信息系统安全等级保护二级及以上，使智慧雨水系统和网络处于稳定运行状态，保证数据资源和应用服务具有完整性、保密性、可用性和可靠性。

**11.7.4** 本条规定了信息安全运维和信息安全管理应充分考虑本省及本市政务管理体系要求并符合相关规定。

## 11.8 运行管理

**11.8.1** 参考《软件项目管理标准体系 第2部分 软件项目管理指南》T/SIA 010.2 提出运维类项目的组织管理、项目管理和项目人员的能力要求，以保障运行管理中各项工作的有效开展。

**11.8.2** 为了加强对运行维护工作的质量管理，确保对运行维护全过程的严格控制和监督，促进运行维护工作的制度化、规范化和科学化，达到智慧雨水系统持续、稳定、达标、安全运行的目的，建议对运行维护管理工作进行考核评估。

**11.8.3** 《信息技术服务 运行维护 第6部分：应用系统服务要求》GB/T 28827.6 提出了应用系统运行维护服务模型，并规定了运行维护对应用系统设计、交付、运行、终止和评价的要求，可参考提出智慧雨水系统维护的管理机制和工作内容。

**11.8.4** 本条规定了文档信息记录的执行内容和保密要求。

## **11.9 标准规范**

**11.9.1** 本条规定了标准规范体系可涵盖的数据标准、接口规范、管理办法、政策法规等相应内容。