

山东省工程建设标准



DB37/T 5060—2016

J 13469—2016

# 海绵城市设计规程

Specification for design of sponge city

2016—05—26 发布

2016—08—01 实施



统一书号：155160·787  
定 价： 49.00 元

山东省住房和城乡建设厅  
山东省质量技术监督局

联合发布

**山东省工程建设标准**

**海绵城市设计规程**

**Specification for design of sponge city**

**DB37/T 5060 — 2016**

**住房和城乡建设部备案号：J13469 — 2016**

批准部门：山东省住房和城乡建设厅

山东省质量技术监督局

实施日期：2 0 1 6 年 8 月 1 日

**2016 · 济 南**

山东省工程建设标准  
海绵城市设计规程  
Specification for design of sponge city  
DB37/T 5060 — 2016

\*

中国建材工业出版社出版（北京市海淀区三里河路1号）  
北京雁林吉兆印刷有限公司印刷

\*

开本：850mm×1168mm 1/32 印张：2.5 字数：70千字

2016年7月第一版 2016年7月第一次印刷

印数：1~1000册

定价：49.00元

统一书号：155160·787

版权所有 翻印必究

山东省住房和城乡建设厅  
山东省质量技术监督局  
关于发布山东省工程建设标准  
《海绵城市设计规程》的通知

鲁建标字〔2016〕12号

各市住房城乡建委（建设局）、质监局，各有关单位：

由济南市市政工程设计研究院（集团）有限责任公司主编的《海绵城市设计规程》业经审定通过，批准为山东省工程建设标准，编号为 DB37/T 5060—2016，现予以发布，自 2016 年 8 月 1 日起施行。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由济南市市政工程设计研究院（集团）有限责任公司负责具体内容的解释。

山东省住房和城乡建设厅  
山东省质量技术监督局  
2016 年 5 月 26 日



# 前 言

为贯彻落实《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发〔2015〕75号）和《山东省人民政府办公厅关于贯彻国办发〔2015〕75号文件推进海绵城市建设的实施意见》（鲁政办发〔2016〕5号）精神，指导和推进山东省海绵城市建设，根据省住房和城乡建设厅统一安排，济南市市政工程设计研究院（集团）有限责任公司组织有关单位和专家，依据国家相关标准，借鉴国内外实践经验，结合我省实际，编制本规程。

本规程共分5章，主要内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 参数及计算；4 规划；5 设计。

本规程由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由济南市市政工程设计研究院（集团）有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至济南市市政工程设计研究院（集团）有限责任公司（济南市高新区舜华路2000号舜泰广场11号南楼，邮编：250101，电话：0531-82704213，E-mail:82704230@163.com），以便今后修订时参考。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主 编 单 位：济南市市政工程设计研究院（集团）有限责任公司

参 编 单 位：山东省建设发展研究院  
济南市园林规划设计研究院

主要起草人员：聂爱华 刘华超 齐立新 乔 梁  
段晓雁 彭 侠 于建国 韩琦炜  
詹 超 王韶晖 王存存 柴 峰  
张 峰 刘文静 信文书 王 平  
焦文海 樊瑞华 刘达光 杨 进

曹翰林 李 超 宛 娜 张领国  
任 寅 宋潇婷 王 妍 许荣刚  
徐 薇

主要审查人员：邢海峰 刘 翔 侯朝晖 马洪涛  
邹积军 李福林 张克峰 李 成  
于卫红

# 目 次

|      |                                    |    |
|------|------------------------------------|----|
| 1    | 总则 .....                           | 1  |
| 2    | 术语和符号 .....                        | 2  |
| 2.1  | 术语 .....                           | 2  |
| 2.2  | 符号 .....                           | 4  |
| 3    | 参数及计算 .....                        | 6  |
| 3.1  | 设计参数 .....                         | 6  |
| 3.2  | 水量计算 .....                         | 8  |
| 3.3  | 渗透设施计算 .....                       | 11 |
| 3.4  | 调蓄设施计算 .....                       | 11 |
| 3.5  | 水质要求 .....                         | 12 |
| 4    | 规划 .....                           | 13 |
| 4.1  | 一般规定 .....                         | 13 |
| 4.2  | 规划内容 .....                         | 13 |
| 5    | 设计 .....                           | 16 |
| 5.1  | 一般规定 .....                         | 16 |
| 5.2  | 系统与设施 .....                        | 17 |
| 5.3  | 建筑与小区 .....                        | 24 |
| 5.4  | 城市道路与广场 .....                      | 27 |
| 5.5  | 城市绿地 .....                         | 30 |
| 5.6  | 城市水系 .....                         | 31 |
| 附录 A | 山东省设区市多年平均逐月降水量一览表 .....           | 34 |
| 附录 B | 山东省设区市年径流总量控制率对应设计降雨量<br>一览表 ..... | 35 |
| 附录 C | 山东省设区市多年平均逐月水面蒸发量一览表 .....         | 36 |
| 附录 D | 山东省设区市海绵城市主次控制目标一览表 .....          | 37 |

附录 E 海绵城市主要工程设施 ..... 38

规程用词说明 ..... 45

引用标准名录 ..... 46

附：条文说明 ..... 47

# Contents

|            |                                                                                                             |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1</b>   | General provisions .....                                                                                    | 1  |
| <b>2</b>   | Terms and symbols .....                                                                                     | 2  |
| <b>2.1</b> | Terms .....                                                                                                 | 2  |
| <b>2.2</b> | Symbols .....                                                                                               | 4  |
| <b>3</b>   | Parameters and calculation .....                                                                            | 6  |
| <b>3.1</b> | Design parameters .....                                                                                     | 6  |
| <b>3.2</b> | Calculation of water quanti .....                                                                           | 8  |
| <b>3.3</b> | Calculation of infiltration facilities .....                                                                | 11 |
| <b>3.4</b> | Calculation of storage facilities .....                                                                     | 11 |
| <b>3.5</b> | Runoff quality .....                                                                                        | 12 |
| <b>4</b>   | Planning .....                                                                                              | 13 |
| <b>4.1</b> | General requirement .....                                                                                   | 13 |
| <b>4.2</b> | Plannning content .....                                                                                     | 13 |
| <b>5</b>   | Design .....                                                                                                | 16 |
| <b>5.1</b> | General requirement .....                                                                                   | 16 |
| <b>5.2</b> | Systems and facilities .....                                                                                | 17 |
| <b>5.3</b> | Bluiding and sub-district .....                                                                             | 24 |
| <b>5.4</b> | Urban road and square .....                                                                                 | 27 |
| <b>5.5</b> | Urban green space .....                                                                                     | 30 |
| <b>5.6</b> | Urban water system .....                                                                                    | 31 |
| Appendix A | List of the average monthly precipitationin<br>for many years in major cities of Shandong<br>province ..... | 34 |
| Appendix B | List of the The relationship between volume<br>capture ratio of annual runoff and design                    |    |

|            |                                                                                                                  |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|            | rainfall depth .....                                                                                             | 35 |
| Appendix C | List of the average monthly evaporation<br>capacity for many years in major cities of<br>Shandong province ..... | 36 |
| Appendix D | List of sponge city primary and secondary<br>control target in major cities of Shandong<br>province .....        | 37 |
| Appendix E | Sketch map of main technical facilities for<br>Sponge city .....                                                 | 38 |
|            | Explanation of wording in this specification .....                                                               | 45 |
|            | List of quoted standards .....                                                                                   | 46 |
|            | Addition; Explanation of provisions .....                                                                        | 47 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为加快推进山东省海绵城市建设，保障海绵城市设计符合国家及山东省相关要求，特制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于山东省各市、县（市、区）的海绵城市设计。

**1.0.3** 新建、改建、扩建建设项目的设计应包含海绵城市建设内容，其设施应与项目主体工程同步设计与实施。

**1.0.4** 海绵城市设计除执行本规程外，尚应符合国家、行业及山东省现行有关标准的规定，并与相关的风景园林、道路、建筑、给水、排水、防洪等城镇建设相协调。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 海绵城市 sponge city

通过加强城市规划建设管理，充分发挥建筑、道路和绿地、水系等生态系统对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用，有效控制雨水径流，实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展方式。

#### 2.1.2 雨水控制与利用 rainwater control and utilization

削减径流总量、峰值流量，减少面源污染和收集利用雨水的总称。

#### 2.1.3 径流污染控制 runoff pollution control

以水质净化为主要目标，通过雨水生态净化设施，或在雨水排放口设置雨水处理设施，削减雨水中的 COD、SS 等污染物。

#### 2.1.4 雨水入渗 rainwater infiltration

利用绿地、透水铺装及各类渗透设施将雨水就地消纳，减少雨水径流，回补地下水的一种雨水控制与利用方式。

#### 2.1.5 雨水收集利用 rain harvesting

利用一定的集雨面收集雨水作为水源，经适当处理并达到一定的水质标准后利用的全过程。

#### 2.1.6 雨水调蓄排放 rainwater detention and controlled drainage

降雨期将区域内部分雨水暂时滞留在管道或设施内，雨停后将调蓄的雨水按照所控制的流量排到下游。

#### 2.1.7 年径流总量控制率 volume capture ratio of annual runoff

通过自然和人工强化的入渗、滞蓄、调蓄和收集利用，场地内累计一年消纳的雨水量占全年总降雨量的比例。

### 2.1.8 雨水控制设计降雨量 design rainfall depth

为实现一定的年径流总量控制率目标，用于确定海绵城市工程设施设计规模的降雨量控制值。一般通过当地多年日降雨资料统计数据获取，通常用日降雨量（mm）表示。

### 2.1.9 特殊污染源地区 special pollutant source area

地面易累积污染物的化工厂、制药厂、金属冶炼加工厂、传染病医院、油气库、加油加气站等。

### 2.1.10 流量径流系数 discharge runoff coefficient

形成高峰流量历时内产生的径流量与降雨量之比。

### 2.1.11 雨量径流系数 volumetric runoff coefficient

设定时间内降雨产生的径流总量与总雨量之比。

### 2.1.12 绿色屋面 green roof

在高出地面以上，与自然土层不相连接的各类建筑物、构筑物的顶部以及天台、露台上由覆土层和疏水设施构建的绿化体系。

### 2.1.13 透水铺装地面 pervious pavement

可渗透、滞留或渗排雨水并满足一定要求的地面铺装结构。

### 2.1.14 下沉式绿地 depressed green

低于周边地面标高，可积蓄、下渗自身和周边雨水径流的绿地。

### 2.1.15 生物滞留设施 bio-retention measure

在地势较低的区域通过植物、土壤和微生物系统滞蓄、净化雨水径流，由植物层、土壤层、过滤层（或排水层）、蓄水层构成。

### 2.1.16 植被缓冲带 vegetation buffer strips

坡度较缓的植被区，经植被拦截及土壤下渗作用减缓地表径流流速，并去除径流中的部分污染物。

### 2.1.17 植草沟 grass swale

可转输雨水，在地表浅沟中种植植被，利用沟内的植物和土壤截留、净化雨水径流的措施。

## 2.2 符 号

### 2.2.1 流量、水量、流速

- $q$ ——设计暴雨强度；  
 $W$ ——设计控制径流总量；  
 $W_1$ ——渗透设施承担的雨水入渗量；  
 $W_2$ ——收集利用设施承担的雨水利用量；  
 $W_t$ ——调蓄设施容积；  
 $W_s$ ——渗透设施渗透量；  
 $W_p$ ——渗透设施的蓄积雨水量；  
 $V_s$ ——渗透设施的存储容积；  
 $W_a$ ——下沉式绿地的有效存水容积；  
 $W_i$ ——初期弃流量；  
 $Q$ ——雨水系统设计流量；  
 $Q_{zh}$ ——水体的水面蒸发量；  
 $Q_s$ ——水体的日渗透漏失量；  
 $Q_j$ ——调蓄设施设计进水流量；  
 $Q_p$ ——调蓄设施设计出水流量；  
 $S_m$ ——单位面积日渗透量；  
 $v$ ——平均流速；  
 $v_{m,d}$ ——日平均风速。

### 2.2.2 几何特征

- $F$ ——汇水面积；  
 $F_i$ ——汇水面上各类下垫面面积；  
 $F_w$ ——水体的表面积；  
 $F_a$ ——下沉式绿地面积；  
 $A_s$ ——有效渗透面积；  
 $L$ ——植草沟设计段长度；  
 $h_1$ ——下沉式绿地平均下沉深度；  
 $\delta$ ——初期径流厚度。

### 2.2.3 计算系数及其他

$P$  —— 设计重现期；

$\phi_c$  —— 雨量径流系数；

$\phi_m$  —— 流量径流系数；

$\phi_i$  —— 各类下垫面的径流系数；

$\phi_z$  —— 综合径流系数；

$\phi_{zc}$  —— 雨量综合径流系数；

$\phi_{zm}$  —— 流量综合径流系数；

$P_m$  —— 水面温度下的饱和蒸汽压；

$P_a$  —— 空气的蒸汽分压；

$\alpha$  —— 综合安全系数；

$K$  —— 土壤渗透系数；

$J$  —— 水力坡度；

$n_k$  —— 填料空隙率；

$A_1, C, b, n$  —— 暴雨强度公式参数。

### 2.2.4 时间

$t$  —— 降雨历时；

$t_s$  —— 渗透时间；

$t_m$  —— 调蓄设施蓄水历时；

$T_1$  —— 水力停留时间。

### 3 参数及计算

#### 3.1 设计参数

**3.1.1** 降雨量应根据建设区或邻近区观测站 20 年以上降雨量资料确定，当缺乏资料时可按附录 A 执行；不同年径流总量控制率对应的设计降雨量应按《海绵城市建设技术指南》提供的方法单独推求，缺乏资料时可按附录 B 执行。

**3.1.2** 设计暴雨强度应按下式计算：

$$q = \frac{167A_1(1 + C \lg P)}{(t + b)^n} \quad (3.1.2)$$

式中： $q$ ——设计暴雨强度 $[\text{L}/(\text{s} \cdot \text{hm}^2)]$ ；

$t$ ——降雨历时（min）；

$P$ ——设计重现期（a）；

$A_1, C, b, n$  参数，根据统计方法进行计算确定。

具有 20 年以上自动雨量记录的地区，排水系统设计暴雨强度公式应采用年最大值法，并按《室外排水设计规范》GB 50014 执行。

**3.1.3** 不同种类下垫面径流系数应以实测资料为准，缺乏资料时可按表 3.1.3 的规定取值，综合径流系数应按下式计算：

$$\phi_z = \frac{\sum F_i \phi_i}{F} \quad (3.1.3)$$

式中： $\phi_z$ ——综合径流系数；

$F_i$ ——汇水面上各类下垫面面积（ $\text{hm}^2$ ）；

$\phi_i$ ——各类下垫面的径流系数；

$F$ ——汇水面积（ $\text{hm}^2$ ）。

表 3.1.3 不同下垫面径流系数

| 下垫面类型                              |                           | 雨量径流系数 $\psi_c$ | 流量径流系数 $\psi_m$ |
|------------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| 屋面                                 | 绿化屋面（基质层厚度 $\geq$ 绿化屋面（基） | 0.3~0.4         | 0.4             |
|                                    | 硬屋面、未铺石子平屋面、沥青屋面          | 0.8~0.9         | 0.85~0.95       |
|                                    | 铺石子的平屋面                   | 0.6~0.7         | 0.8             |
| 混凝土或沥青路面及广场                        |                           | 0.8~0.9         | 0.85~0.95       |
| 大块石铺砌路面及广场                         |                           | 0.5~0.6         | 0.55~0.65       |
| 沥青表面处理的碎石路面及广场                     |                           | 0.45~0.55       | 0.55~0.65       |
| 级配碎石路面及广场                          |                           | 0.4             | 0.4~0.5         |
| 干砌砖石或碎石路面及广场                       |                           | 0.4             | 0.35~0.4        |
| 非铺砌的土路面                            |                           | 0.3             | 0.25~0.35       |
| 绿地                                 |                           | 0.15            | 0.1~0.2         |
| 水面                                 |                           | 1.0             | 1.0             |
| 地下室覆土绿地（覆土厚度 $\geq 500\text{mm}$ ） |                           | 0.15            | 0.25            |
| 地下室覆土绿地（覆土厚度 $< 500\text{mm}$ ）    |                           | 0.3~0.4         | 0.4             |
| 透水铺装地面                             |                           | 0.08~0.45       | 0.08~0.45       |
| 下沉广场                               |                           | —               | 0.85~1.0        |

3.1.4 土壤渗透系数应以实测资料为准，缺乏资料时可按表 3.1.4 的规定取值。

表 3.1.4 土壤渗透系数

| 底层   | 地层粒径       |             | 渗透系数 K<br>(m/s)                                |
|------|------------|-------------|------------------------------------------------|
|      | 粒径<br>(mm) | 所占比例<br>(%) |                                                |
| 黏土   |            |             | $< 5.7 \times 10^{-8}$                         |
| 粉质黏土 |            |             | $5.7 \times 10^{-8} \sim 1.16 \times 10^{-6}$  |
| 粉土   |            |             | $1.16 \times 10^{-6} \sim 5.79 \times 10^{-6}$ |

续表 3.1.4

| 底层      | 地层粒径       |             | 渗透系数 $K$<br>(m/s)                              |
|---------|------------|-------------|------------------------------------------------|
|         | 粒径<br>(mm) | 所占比例<br>(%) |                                                |
| 粉砂      | $>0.075$   | $>50$       | $5.79 \times 10^{-6} \sim 1.16 \times 10^{-5}$ |
| 细砂      | $>0.075$   | $>85$       | $1.16 \times 10^{-5} \sim 5.79 \times 10^{-5}$ |
| 中砂      | $>0.25$    | $>50$       | $5.79 \times 10^{-5} \sim 2.31 \times 10^{-4}$ |
| 均质中砂    |            |             | $4.05 \times 10^{-4} \sim 5.79 \times 10^{-4}$ |
| 粗砂      | $>0.50$    | $>50$       | $2.31 \times 10^{-4} \sim 5.79 \times 10^{-4}$ |
| 圆砾      | $>2.00$    | $>50$       | $5.79 \times 10^{-4} \sim 1.16 \times 10^{-3}$ |
| 卵石      | $>20.0$    | $>50$       | $1.16 \times 10^{-3} \sim 5.79 \times 10^{-3}$ |
| 稍有裂隙的岩石 |            |             | $2.31 \times 10^{-4} \sim 6.94 \times 10^{-4}$ |
| 裂隙多的岩石  |            |             | $>6.94 \times 10^{-4}$                         |

## 3.2 水量计算

3.2.1 设计控制径流总量应按下式计算：

$$W = 10\phi_{zc}h_yF \quad (3.2.1-1)$$

$$W \leq W_1 + W_2 \quad (3.2.1-2)$$

式中： $W$ ——设计控制径流总量 ( $m^3$ )；

$W_1$ ——渗透设施承担的雨水入渗量 ( $m^3$ )；

$W_2$ ——收集利用设施承担的雨水利用量 ( $m^3$ )；

$\phi_{zc}$ ——雨量综合径流系数；

$h_y$ ——设计降雨量厚度 (mm)；

$F$ ——汇水面积 ( $hm^2$ )。

3.2.2 设计流量应按下式计算：

$$Q = q\psi_{zm}F \quad (3.2.2)$$

式中： $Q$ ——雨水系统设计流量 (L/s)；

$q$ ——设计暴雨强度 $[\text{L}/(\text{s} \cdot \text{hm}^2)]$ ;

$\phi_{zm}$ ——流量综合径流系数。

**3.2.3** 初期弃流量宜按下式计算, 当有特殊要求时, 可根据实测雨水径流中污染物浓度确定。

$$W_i = 10\delta F \quad (3.2.3)$$

式中:  $W_i$ ——初期弃流量 ( $\text{m}^3$ );

$\delta$ ——初期径流厚度 ( $\text{mm}$ ), 一般屋面取  $1\text{mm} \sim 3\text{mm}$ ,  
小区路面取  $2\text{mm} \sim 5\text{mm}$ , 市政路面取  $7\text{mm} \sim 15\text{mm}$ 。

**3.2.4** 景观水体的补水量应包括水面蒸发量和水体渗漏量, 并考虑雨水处理设施自用水量。

**1** 月平均水面蒸发量应根据实测数据确定, 缺乏资料时可参照附录 C 的规定取值。

**2** 日平均水面蒸发量应依据实测数据确定, 缺乏资料时可按下式计算:

$$Q_{zh} = 52.0 F_w (P_m - P_a) (1 + 0.135 v_{m,d}) \quad (3.2.4-1)$$

式中:  $Q_{zh}$ ——水体的水面蒸发量 ( $\text{L}/\text{d}$ );

$F_w$ ——水体的表面积 ( $\text{m}^2$ );

$P_m$ ——水面温度下的饱和蒸汽压 ( $\text{Pa}$ );

$P_a$ ——空气的蒸汽分压 ( $\text{Pa}$ );

$v_{m,d}$ ——日平均风速 ( $\text{m}/\text{s}$ )。

**3** 水体日渗漏量可按下式计算:

$$Q_s = \frac{S_m A_s}{1000} \quad (3.2.4-2)$$

式中:  $Q_s$ ——水体的日渗透漏失量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$S_m$ ——单位面积日渗透量 $[\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$ , 一般 $\leq 1 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ;

$A_s$ ——有效渗透面积 ( $\text{m}^2$ ), 指水体常水位水面面积及常水位以下侧面渗水面积之和。

3.2.5 绿化灌溉年均用水定额可按表 3.2.5 的规定取值。绿化灌溉最高日用水量定额应根据气候条件、植物种类、土壤理化性状、浇灌方式和管理制度等因素综合确定，缺乏资料时可按  $1\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 3\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  计。

表 3.2.5 绿化灌溉年均用水定额 ( $\text{m}^3/\text{m}^2$ )

| 草坪种类 | 用水定额 |      |      |
|------|------|------|------|
|      | 特级养护 | 一级养护 | 二级养护 |
| 冷季型  | 0.66 | 0.50 | 0.28 |
| 暖季型  | —    | 0.28 | 0.12 |

3.2.6 道路广场浇洒用水定额根据路面性质按表 3.2.6 的规定取值。道路及广场浇洒最高日用水量定额可按  $2\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 3\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  计。

表 3.2.6 浇洒道路用水定额 [ $\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{次})$ ]

| 路面性质    | 用水定额      |
|---------|-----------|
| 碎石路面    | 0.40~0.70 |
| 土路面     | 1.00~1.50 |
| 水泥或沥青路面 | 0.20~0.50 |

注：广场及庭院浇洒用水定额可按下垫面类型参照表 3.2.6 选用。

3.2.7 汽车冲洗用水定额，应根据冲洗方式、道路路面等级、车辆类型及用途，按表 3.2.7 的规定取值。

表 3.2.7 汽车冲洗用水量定额 [ $\text{L}/(\text{辆} \cdot \text{次})$ ]

| 冲洗方式         | 高压水枪冲洗 | 循环用水<br>冲洗补水 | 抹车、微水<br>冲洗 | 蒸汽冲洗 |
|--------------|--------|--------------|-------------|------|
| 轿车           | 40~60  | 20~30        | 10~15       | 3~5  |
| 公共汽车<br>载重汽车 | 80~120 | 40~60        | 15~30       | —    |

3.2.8 建筑物空调循环冷却水补水量应根据气象条件、冷却塔

形式确定，一般可按平均日循环水量的 1.0%~2.0% 计算。

**3.2.9** 雨水用于冲厕的用水量按《民用建筑节能设计标准》GB 50555 的规定执行。

### 3.3 渗透设施计算

**3.3.1** 渗透设施的渗透量应按下式计算：

$$W_s = \alpha K J A_s t_s \geq W_1 \quad (3.3.1)$$

式中： $W_s$ ——渗透设施渗透量 ( $\text{m}^3$ )；

$\alpha$ ——综合安全系数，一般可取 0.5~0.6；

$K$ ——土壤渗透系数 ( $\text{m/s}$ )，参见表 3.1.4；

$J$ ——水力坡度，一般可取 1；

$A_s$ ——有效渗透面积 ( $\text{m}^2$ )，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；

$t_s$ ——渗透时间 (s)，当用于调蓄时应  $\leq 12\text{h}$ ，渗透池(塘)、渗透井可取  $\leq 72\text{h}$ ，其他  $\leq 24\text{h}$ 。

**3.3.2** 渗透设施的蓄积雨水量应按下式计算：

$$W_p \geq W_1 \quad (3.3.2)$$

式中： $W_p$ ——渗透设施的蓄积雨水量 ( $\text{m}^3$ )。

**3.3.3** 渗透设施的存储容积应按下式计算：

$$V_s \geq \frac{W_p}{n_k} \quad (3.3.3)$$

式中： $V_s$ ——渗透设施的存储容积 ( $\text{m}^3$ )；

$n_k$ ——填料空隙率，不应小于 30%，无填料时取 1。

### 3.4 调蓄设施计算

**3.4.1** 调蓄设施容积可按下式计算：

$$W_t = \max \left[ \frac{60}{1000} (Q_i - Q_p) t_m \right] \quad (3.4.1)$$

式中： $W_t$ ——调蓄设施容积（ $m^3$ ）；  
 $t_m$ ——调蓄设施蓄水历时（min），不大于 120min；  
 $Q_j$ ——调蓄设施设计进水流量（L/s）；  
 $Q_p$ ——调蓄设施设计出水流量（L/s），应根据下游管渠输水能力确定，调蓄设施排空时间宜为 6h~12h。

**3.4.2** 不同用途调蓄池有效容积的计算可按《室外排水设计规范》GB 50014 的规定执行。

### 3.5 水质要求

**3.5.1** 处理后的雨水水质应根据用途确定，指标应符合国家现行相关标准规定，当处理后的雨水同时用于多种用途时，其水质应按最高水质标准确定，主要指标应符合下表规定。

**表 3.5.1 雨水处理后 CODcr、SS、NH<sub>3</sub>-N、TP 指标**

| 项目指标<br>(mg/L)     | 循环冷却<br>系统补水 | 观赏性<br>水景 | 娱乐性<br>水景 | 绿化 | 车辆<br>冲洗 | 道路<br>浇洒 | 冲厕 |
|--------------------|--------------|-----------|-----------|----|----------|----------|----|
| CODcr              | 30           | 30        | 20        | 30 | 30       | 30       | 30 |
| SS                 | 5            | 10        | 5         | 10 | 5        | 10       | 10 |
| NH <sub>3</sub> -N | 10           | 5         | 5         | 20 | 10       | 10       | 10 |
| TP                 | 1            | 1 (0.5)   | 1 (0.5)   | —  | —        | —        | —  |

注：括号外数字为河道指标，括号内数字为湖泊、水景指标。

**3.5.2** 为确保海绵城市建设区域内的城市水系水质不低于地表水标准Ⅳ类，排入水系的雨水应采取生态治理后入河。

## 4 规 划

### 4.1 一 般 规 定

**4.1.1** 为统筹海绵城市建设管理，应编制海绵城市专项规划，海绵城市专项规划经批准后，应将相关要求纳入法定城市规划中：

1 应将雨水年径流总量控制率、径流污染去除率、雨水资源化利用率等要求纳入城市总体规划中，将海绵城市专项规划中提出的自然生态空间格局作为城市总体规划空间开发管制要素之一。

2 城市道路、绿地、水系统、排水防涝等专项规划的修编，应与海绵城市专项规划充分衔接。

3 应参考海绵城市专项规划中确定的雨水年径流总量控制率、径流污染去除率、雨水资源化利用率等要求修编控制性详细规划，因地制宜落实各控制率指标。

4 修建性详细规划应按照控制性详细规划的约束条件，落实具体的海绵城市工程设施类型、布局、规模、建设时序、资金安排等。

**4.1.2** 海绵城市专项规划的年限应与总体规划保持一致，规划范围原则上应与城市规划区一致，同时兼顾雨水汇水区和山、水、林、田、湖等自然生态要素的完整性。

**4.1.3** 应依据海绵城市建设目标，针对现状问题，因地制宜确定海绵城市建设的实施路径。老城区以问题为导向，重点解决城市内涝、雨水收集利用、黑臭水体治理等问题；城市新区、各类园区、成片开发区以目标为导向，优先保护自然生态本底，合理控制开发强度。

### 4.2 规 划 内 容

**4.2.1** 海绵城市专项规划，应满足以下规定：

1 编制海绵城市专项规划，应坚持保护优先、生态为本、自然循环、因地制宜、统筹推进的原则，最大限度地减小城市开发建设对自然和生态环境的影响。

2 控制目标应根据城市降雨、土壤、地形地貌等因素和经济社会发展条件，综合考虑水资源、水环境、水生态、水安全等方面的现状问题和建设需求合理制定，山东省各设区市规划主控目标可参考附录 D 执行，具体指标体系参照住房城乡建设部发布的《海绵城市建设绩效评价与考核办法（试行）》确定，并提出约束性和引导性指标。

3 径流总量和径流污染控制目标应以开发建设后径流排放量接近开发建设前自然地貌时的径流排放量为标准进行确定，山东省各设区市年径流总量控制率及其对应的设计降雨量见附录 B，总体年径流总量控制率应不小于 75%。

4 根据自然地形、地貌及现状问题划分汇水分区或控制单元，分析汇水分区或控制单元存在的问题及下垫面特点，提出相应的控制目标，综合各分区或控制单元的控制目标应满足城市总体规划提出的控制要求。

5 针对内涝积水、水体黑臭、河湖水系生态功能受损等问题，按照源头减排、过程控制、系统治理的原则，制定积水点治理、截污纳管、合流制污水溢流污染控制和河湖水系生态修复等措施，并提出与城市道路、排水防涝、绿地、水系统等相关规划相衔接的建议。

6 分期提出海绵城市建设目标，明确到 2020 年海绵城市建设重点区域。

7 从规划衔接、建设施工、运行维护、监测评估以及组织、制度、资金等方面提出实施的保障措施和建议。

8 海绵城市专项规划成果应包括规划说明书、图集和专题研究报告等。成果的表达应当清晰、准确、规范，成果文件应当以书面和电子文件两种方式表达。

9 海绵城市专项规划应包括以下图纸：

- 1) 现状图（包括高程、坡度、下垫面、地质、土壤、地下水、绿地、水系、排水系统等要素）；
- 2) 海绵城市自然生态空间格局图；
- 3) 海绵城市建设分区图；
- 4) 海绵城市建设管控图（雨水年径流总量控制率等管控指标的分解）；
- 5) 海绵城市相关涉水基础设施布局图（城市排水防涝、合流制污水溢流污染控制、雨水调蓄等设施）；
- 6) 海绵城市分期建设规划图。

#### 4.2.2 海绵城市控制性详细规划，应满足以下规定：

1 通过土地利用空间优化等方法，分解、细化海绵城市专项规划等上层级规划中提出的控制目标及要求，明确约束性指标和引导性指标；约束性指标包括年径流总量控制率、径流污染控制率、雨水资源利用率，引导性指标包括透水铺装率、下沉式绿地率、绿色屋面率和其他调蓄容积。

2 统筹协调开发场地内建筑、道路、绿地、水系等平面布局和竖向高程，使地块及道路径流有组织地汇入周边绿地系统和城市水系，并与城市雨水管渠系统和内涝治理系统相衔接，充分发挥海绵城市工程设施的作用。

3 根据各地块海绵城市建设控制指标，提出地块内的海绵城市工程设施类型及规模，合理布局规划区内占地面积较大的海绵城市工程设施。

#### 4.2.3 海绵城市修建性详细规划，应满足以下规定：

按照控制性详细规划的约束性或引导性指标，落实具体的海绵城市工程设施类型、布局、规模、建设时序、资金安排等，保证地块开发实现海绵城市建设控制目标。可通过水文、水力计算或模型模拟，明确建设项目的控制模式、比例及量值（下渗、储存、调节及弃流排放），以指导地块开发建设。

## 5 设 计

### 5.1 一 般 规 定

**5.1.1** 建设项目海绵城市工程设计应在相关控制性详细规划和修建性详细规划的指导下，落实并分解年径流总量控制率、污染控制率等规划控制指标，明确海绵城市工程设计内容。

**5.1.2** 海绵城市系统组合形式、各系统设施规模，应根据降雨量、汇流面、径流控制目标、环境卫生状况及利用水量和水质要求，进行经济技术比较后确定。

**5.1.3** 海绵城市工程设计应按源头减排、过程控制、系统治理的原则，对源头控制系统、城市排水管渠系统和内涝治理系统进行统筹协调，做到功能完善、空间集约、维护便捷、经济可行。其中城市排水管渠系统和内涝治理系统设计按照《室外排水设计规范》GB 50014 等要求执行。

**5.1.4** 工程设计前应核实下垫面组成及其比例，根据下垫面组成，按本规程 3.1.3 条规定工程区域综合径流系数。

**5.1.5** 建设项目用地竖向设计应引导雨水按规划汇流区域及高程进入海绵城市工程设施。

**5.1.6** 城市排水系统接入城市水系前宜设置污染物去除设施满足水环境要求。

**5.1.7** 海绵城市工程建设不应対土壤环境、植物的生长、地下含水层的水质、室内环境卫生等造成不良影响。

**5.1.8** 海绵城市工程设施应采取保障公众安全的防护措施。

## 5.2 系统与设施

### I 雨水入渗

**5.2.1** 雨水入渗系统主要包括下沉式绿地（狭义）、绿色屋面、透水铺装、渗透塘、渗井、渗管/沟、渗透排放一体设施等单一或组合设施。

**5.2.2** 雨水入渗应确保不引起场所地质灾害、损害建构筑物、污染地下水及对卫生环境产生不良影响，下列场所不得采用雨水入渗系统：

- 1 可能造成陡坡坍塌、滑坡灾害的危险场所。
- 2 自重湿陷性黄土、膨胀土和高含盐土等特殊土壤地质场所。

**5.2.3** 雨水入渗系统设计应满足下列一般规定：

1 雨水入渗场所应有详细的地质勘查资料，地质勘查资料应包括区域滞水层分布、土壤种类和相应的渗透系数、地下水动态等。

2 采用土壤入渗雨水时，土壤透水系数宜大于  $1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ，且地下水位距渗透面高差大于 1m。

3 除地面入渗外，雨水入渗设施距建筑物基础不宜小于 3m。

4 雨水入渗系统应设置溢流设施。

5 雨水入渗设施选择时宜优先采用透水铺装、下沉式绿地、渗管/渠、渗井等地面或埋地入渗方式，当采用渗管/渠时，宜优先采用雨水渗透排放一体系统。

6 机动车道路面可采用透水铺装结构，非机动车道宜采用透水铺装结构，人行道应采用透水铺装结构。

7 地下建筑顶面覆土为渗透层时，应在地下建筑顶面与覆土之间设排放设施。

8 入渗场所的植物应尽量采用本地耐水湿、耐旱植物。

**5.2.4** 从特殊污染源地区收集的雨水不应进行渗透。

**5.2.5** 下沉式绿地设置应满足下列要求：

**1** 下沉式绿地的有效存水容积按下式计算：

$$W_a = 10F_a h_1 \quad (5.2.5)$$

式中： $W_a$ ——下沉式绿地的有效存水容积（ $m^3$ ）；

$F_a$ ——下沉式绿地面积（ $hm^2$ ）；

$h_1$ ——下沉式绿地平均下沉深度（mm），下沉深度小于100mm的下沉式绿地面积不参与计算。

**2** 下沉式绿地应低于周边铺砌地面或道路，下沉深度一般宜为100mm~200mm。

**3** 雨水宜分散进入下沉式绿地，当集中进入时应在入口处设置缓冲设施。

**4** 下沉式绿地内一般应设置溢流口（如雨水口），保证暴雨径流排放，溢流口顶部标高应高于绿地50mm以上。

**5** 绿地内表层土壤入渗能力不足时，可增设渗管/渠、渗井等人工渗透设施。

**6** 下沉式绿地植物应选择耐盐、耐旱、耐水湿的乡土植物品种。

**5.2.6** 绿色屋面设置应满足下列要求：

**1** 绿色屋面工程结构设计时应计算种植荷载，屋面荷载取值应符合现行《建筑结构荷载规范》GB 50009的相关规定，屋顶花园有特殊要求的，应单独计算结构荷载；既有建筑屋面改造为绿色屋面前，应对原结构进行鉴定。

**2** 绿色屋面绝热层、找坡（找平）层、普通防水层和保护层设计应符合现行《屋面工程技术规范》GB 50345及《地下工程防水技术规范》GB 50108的相关规定，保温层设计应满足《建筑设计防火规范》GB 50016的相关要求。

**3** 绿色屋面坡度不宜大于 $15^\circ$ ，否则应采取防滑措施。

**4** 绿色屋面应设置雨水排水口，排水口外宜包裹卵石、陶粒等排水过滤层，保护排水口不被堵塞。

5 绿色屋面工程材料、设计等应符合《种植屋面工程技术规程》JGJ 155 的有关规定。

**5.2.7 透水铺装设置应满足下列要求：**

1 铺装面层厚度宜为 60mm~80mm，面层可采用透水混凝土、透水面砖、草坪砖等；找平层厚度宜为 20mm~40mm，垫层厚度宜为 100mm~300mm，垫层可采用无砂混凝土、砾石、砂、砂砾料或其组合形式。

2 铺装面层孔隙率不小于 20%，透水垫层孔隙率不小于 30%。

3 铺装结构应满足相应的承载力、抗冻要求。

4 当对道路路基强度和稳定性的潜在风险较大时，可采用半透水结构。

5 当土壤透水能力有限时，应在透水基层内设置排水管或排水板。

6 当设置在地下室顶板上时，顶板覆土厚度不应小于 600mm，并应设置排水层。

**5.2.8 渗透塘、渗井、渗管/渠、渗透排放一体设施的设计应按《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400 的规定执行。**

## II 径流污染控制

**5.2.9 径流污染控制系统**主要包括生物滞留设施、雨水湿地、湿式植草沟、植被缓冲带等生态处理设施及过滤设施、沉淀池、调蓄池等非生态处理设施。

**5.2.10 径流污染控制系统设计**应满足下列一般规定：

1 系统设施的选择应根据下垫面性质、水环境容量、径流污染程度、雨水用途、工程施工条件、经济性、公众接受度以及每种设施的污染物去除效率等因素综合比较后确定。

2 系统设计应结合景观设计、雨峰控制、雨水入渗等要求统筹设计。

**5.2.11 生物滞留设施设置**应满足下列要求：

1 屋面雨水径流可由雨落水管接入设施，道路雨水径流可通过开口路缘石进入，开口尺寸和数量应根据道路纵坡等经计算确定。

2 应用于道路绿化带时，当纵坡大于 1% 应设置挡水堰/台坎，设施靠近路基部分应根据路基的要求进行防渗处理。

3 宜分散布置且规模不宜过大，设施面积与汇水面面积之比宜为 5%~10%。

4 蓄水层深度宜在 200mm~300mm，应设置溢流设施，并设 100mm 超高。

5 换土层介质类型及深度应满足出水水质要求，同时符合植物种植及园林绿化养护管理技术要求。

6 换土层底部宜设置透水土工布隔离层，也可采用厚度不小于 100mm 的砂层（细砂和粗砂）替代。

7 砾石排水层厚度宜为 250mm~300mm，可在其底部埋置管径为 100mm~150mm 的穿孔排水管。

8 复杂型生物滞留设施结构层外侧及底部应设置透水土工布，当渗水对周围建构筑物有不利影响时，可在设施底部及周边设置防渗膜。

#### **5.2.12 雨水湿地设置应满足下列要求：**

1 进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀。

2 应设置前置塘对雨水径流进行预处理。

3 调节容积应在 24h 内排空。

4 沼泽区包括浅沼泽区和深沼泽区，其中浅沼泽区水深不宜大于 300mm，深沼泽区水深宜为 300mm~500mm。

5 出水池水深宜为 800mm~1200mm，出水池容积宜为总容积（不含调节容积）的 10%。

6 雨水湿地的工程设计应满足防洪要求。

7 应根据湿地水深不同种植不同类型的水生植物。

#### **5.2.13 湿式植草沟设置应满足下列要求：**

1 植草沟长度宜按下式计算：

$$L = 60vT_1 \quad (5.2.13)$$

式中： $L$ ——植草沟设计段长度（m），宜大于 30m；

$v$ ——平均流速（m/s）；

$T_1$ ——水力停留时间（min），宜大于 5min，当小于 5min 时，宜设置挡水设施。

2 断面形式宜为梯形、抛物线形或三角形，当为梯形或三角形时，边坡（竖直：水平）不宜大于 1：3。

3 纵坡宜为 1‰～4‰，当纵坡较大时应设置为阶梯型或中途设置消能台坎。

4 最大流速应小于 0.8m/s，曼宁系数宜为 0.2～0.3，上顶宽度宜为 600mm～2400mm。

5 沟内宜种植密集的草皮草，不宜种植乔木及灌木，植被高度宜控制在 100mm～200mm。

### III 收 集 利 用

5.2.14 收集利用系统主要包括雨水收集、雨水存储、雨水处理、雨水利用等设施。

5.2.15 收集利用系统应优先收集绿化屋面和环保型材料屋面雨水，不宜收集机动车道路等污染严重的下垫面上的雨水。

5.2.16 收集利用系统设计应满足下列一般规定：

1 系统处理后的雨水水质应满足本规程 3.5.1 条的要求。

2 系统规模应经过水量平衡计算和技术经济比较后确定。

3 当系统设有清水池时，其有效容积应根据产水曲线、供水曲线确定。缺乏资料时可按雨水利用系统最高日设计用水量的 25%～35% 计算。

4 当需要消毒时应满足消毒接触时间要求，按《室外给水设计规范》GB 50013 的规定执行。

5.2.17 雨水收集设施设置应满足下列要求：

1 屋面雨水收集系统应独立设置，严禁与建筑污水管连接。

2 屋面雨水收集系统和雨水存储设施之间的室外输水管道可按雨水存储设施的降雨重现期计算，若设计重现期比上游管道小，应在连接点设检查井或溢流设施。

3 建设用地内的平面及竖向设计应考虑地面雨水的收集要求，硬化地面雨水应有组织地排向雨水收集设施。

4 雨水收集系统的管道水力计算和设计应符合《室外排水设计规范》GB 50014 的规定。

5 雨水收集口可设置截污挂篮、旋流沉沙等设施截留污染物。

6 对屋面、场地雨水径流进行收集利用时，应将初期雨水弃流。

**5.2.18** 雨水存储设施的设置应满足下列要求：

1 室内雨水存储设施必须设有溢流装置，且溢流装置必须设在室外。

2 存储池应设检查口或人孔，有效内径不小于 700mm，检查口下方的池底设集泥坑。

3 当不具备设置排泥设施或排泥确有困难时，应设搅拌冲洗管道，搅拌冲洗水源宜采用池水，并与自动控制系统联动。

4 雨水存储池溢流管和通气管应设防虫措施。

5 雨水存储池可兼作沉淀池，进水和吸水应避免扰动池底沉积物，池体设计可参考《室外排水设计规范》GB 50014 中平流沉淀池的规定执行。

6 雨水存储池可采用塑料模块水池、硅砂砌块水池、混凝土水池、钢筋混凝土水池。

7 雨水存储池设计应考虑周边荷载的影响，其竖向承载能力及侧向承载能力应大于上层铺装和道路荷载及施工要求，塑料模块使用期限的安全系数应大于 2.0。

8 塑料模块水池内应具有良好的水流流动性，水池内的流通直径应不小于 50mm。

**5.2.19** 雨水处理设施应满足下列要求：

1 雨水处理工艺流程应根据收集雨水的水量、水质，以及雨水利用的水质要求等因素，经技术经济比较后确定：

- 1) 回用于景观水体时宜优先选用生态处理设施；
- 2) 回用于一般用途时，可采用沉淀、过滤、消毒等措施；
- 3) 当出水水质要求较高时，可采用混凝、深度过滤等设施。

2 雨水净化设施前处理应满足下列要求：

- 1) 雨水存储设施进水口前应设置拦污格栅设施；
- 2) 利用天然绿地、屋面、广场等汇流面收集雨水时，应在收集池进水口前设置沉泥或沉砂井。

3 雨水处理过滤设施宜采用石英砂、无烟煤、重质矿石等滤料。

**5.2.20** 雨水利用设施应满足下列要求：

1 利用供水系统的水量、水压、管道及设备的选择计算等按《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定执行。

2 供水管网应采取防止回流污染措施，水质标准低的水不得进入水质标准高的水系统。

3 供水管道上不得装设取水龙头，并采取以下防止误接、误用的措施：

- 1) 供水管道外壁应按照设计规定涂色或标识；
- 2) 当设有取水口时，应设锁具或专门开启工具；
- 3) 水池（箱）、阀门、水表、给水栓、取水口均应有明显的“雨水”标识。

4 供水管材可采用塑钢复合管、PE 管或其他内壁防腐性能好的给水管材，且管材及接口应满足国家相关标准要求。

## IV 调蓄排放

**5.2.21** 需控制面源污染、削减排水管道峰值流量、防止地面积水、提高雨水利用程度时，宜设置雨水调蓄设施。雨水调蓄可采用人工调蓄池、天然洼地、池塘、景观水体等有调蓄容积的设施

及场地。

**5.2.22** 调蓄设施的设置应符合下列一般规定：

1 优先利用区域内的天然洼地、湿地、池塘、景观水体，必要时可建人工调蓄设施或利用雨水管渠进行调蓄。

2 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调蓄池位置。

3 与周围地形、地貌和景观相协调，并设置安全防护措施。

**5.2.23** 调蓄容积需按汇水面积、设计暴雨强度、地表径流系数、用途及周边雨水系统排放能力综合确定。

**5.2.24** 调蓄设施应设置自动控制或人工控制的调蓄排放装置，出水管管径应根据下游管网排水能力及放空时间确定。

**5.2.25** 用于控制径流污染的雨水调蓄池出水应接入污水管网或设置出水处理装置。

**5.2.26** 采用绿地和广场等公共设施作为雨水调蓄设施时，应合理设计雨水的进出口，并设置警示牌。

### **5.3 建筑与小区**

#### **I 一般规定**

**5.3.1** 建筑与小区海绵城市工程设计包括小区场地、建筑、道路、绿地、水体等方面的海绵城市专项设计。

**5.3.2** 场地设计应因地制宜，保护并合理利用场地内原有的湿地、坑塘、沟渠等；优化建筑、广场、道路的空间布局，有利于雨水汇入海绵城市工程设施。

**5.3.3** 屋顶坡度较小的建筑宜采用绿色屋面，无条件设置绿色屋面的建筑应采取措施将屋面雨水进行收集消纳。

**5.3.4** 应优化道路坡向与道路绿地的竖向关系，便于雨水径流汇入绿地。

**5.3.5** 小区绿地的竖向设计，应尽可能引导周边雨水汇入绿地。绿地内的海绵城市工程设施规模应满足其对应的规划指标要求，

并通过溢流排放系统与城市雨水管渠系统和内涝治理系统有效衔接。

**5.3.6** 当下沉式绿地、透水铺装等设计不能满足规划确定的指标时，应进行其他海绵城市工程设施的设计，并按所需蓄水容积或污染控制要求，合理设计雨水桶、雨水花园、调蓄池及污染控制设施。

**5.3.7** 产生污染及有毒害物质的工业区绿地不宜设置雨水入渗系统，宜设置单独的雨水收集、存储及处理设施，防止污染地下水及环境。

## II 设计流程

**5.3.8** 建筑与小区海绵城市工程设计应按下列流程进行：

- 1 根据上位规划，确定控制目标、指标。
- 2 根据建筑与小区平面图，规划用地性质、建筑密度、绿地率等指标，对下垫面进行解析，并分解各类用地的雨水控制指标。
- 3 根据平面、竖向规划，进行雨水汇水系统设计，选择合适的海绵城市工程设施，确定其布局和分配控制雨水量。
- 4 核算各工程设施控制指标，优化调整其指标分配和平面布局，最终完成规划控制目标。

## III 工程设计

**5.3.9** 建筑屋面海绵城市工程设计应满足下列要求：

- 1 新建建筑中高度在 30m 以下、坡度小于  $15^{\circ}$  的屋顶宜采用绿色屋面，已建屋面设置绿色屋面设施，应校核屋面荷载，并加强或改建原屋面防水。
- 2 绿色屋面应根据气候特点、屋面形式，选择适合当地种植的植物种类。
- 3 绿色屋面宜设置雨水收集系统，水管、电缆线等设施应铺设于防水层上，屋面周边应有安全防护设施，灌溉宜采用滴

灌、喷灌和渗灌设施。

4 绿色屋面应按照《种植屋面工程技术规程》JGJ 155 的相关规定执行，具体做法见《种植屋面建筑构造》14J206。

5 不具备设置绿色屋面的条件时，可通过设置雨水罐收集屋面雨水，从而达到削减雨水径流峰值流量的目的。

6 屋面雨水宜采取雨落水管断接等方式将屋面雨水断接后引入周边雨水罐、高位花坛或绿地内。

7 屋面雨水利用系统可根据情况设置弃流设施，弃流后的雨水可用于生活杂用水、绿地浇洒、道路冲洗和景观水体补给等。

### 5.3.10 道路与广场海绵城市工程设计应满足下列要求：

1 道路、广场等其他硬化地面的雨水，应利用渗透铺装、下沉式绿地、渗管/渠、雨水花园等设施对雨水径流进行净化、下渗，超标雨水可通过溢流口就近排入雨水管道。

2 无大容量汽车通过的路面、停车场、步行及自行车道、休闲广场、室外庭院应采用渗透铺装。

3 道路竖向高程应高出绿地标高不宜小于 100mm，道路纵坡较大时可在下沉式绿地内设挡水堰或坎。

### 5.3.11 绿地设计应满足下列要求：

1 绿地宜采用滞留雨水的下沉式绿地。

2 道路两侧、广场以及停车场周边的绿地宜设置植草沟，植草沟与其他设施联合运行，在完成输送功能的同时满足雨水收集及净化处理要求。

3 小区内建筑、道路及停车场的周边绿地宜设置生物滞留设施，对于径流污染较严重、设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1m 及距离建筑物基础小于 3m（水平距离）的区域，可采用底部防渗的生物滞留设施。

### 5.3.12 雨水收集设施设计应满足下列要求：

1 建筑周边、小区道路两侧、广场宜采用植草沟、下沉式绿地等地表排水形式输送、消纳、滞留雨水径流，减少小区内雨

水管道的使用。超控制率的雨水应排入雨水管渠系统，雨水管渠的设计应按《室外排水设计规范》GB 50014 的规定执行。

2 雨水口宜设在汇水面的最低处，易于溢流进水，雨水口顶面标高宜低于蓄水面 10mm~20mm，并应高于周边绿地种植面 50mm 以上，雨水口宜采取截污挂篮等措施。

### 5.3.13 雨水调蓄设施设计：

1 雨水调蓄设施包括雨水桶、调蓄池、具有调蓄空间的景观水体等，不包括低于周边地坪 50mm 及以内的下沉式绿地。

2 有景观水体的小区，景观水体宜具备雨水调蓄功能，水体应低于周边道路及广场，同时配备将汇水区内雨水引入水体的设施，景观水体的规模应根据降水规律、水面蒸发量、径流控制率、雨水利用量等，通过全年水量平衡分析确定。

## 5.4 城市道路与广场

### I 一般规定

5.4.1 城市道路与广场海绵城市工程设计包括机动车道、非机动车道、人行道、绿化带、行道树池、广场、广场绿地及水体等方面的海绵城市专项设计。

5.4.2 海绵城市设计应结合工程特点，合理选择多种工程设施，实现对雨水径流的控制，保证雨水径流的初雨弃流、有效收集及超标雨水的排放。

5.4.3 雨水入渗系统主要包含道路绿化带及透水铺装入渗等设施。

5.4.4 快速路及主干路机动车道不宜采用透水路面，次干路、支路机动车道可采用透水路面，非机动车道、人行道宜采用透水路面，停车场、广场宜采用透水砖铺装。

5.4.5 设施设置应保证道路及广场基本使用功能，避免下渗雨水对路面结构及路基、广场基层产生不良影响，存在不良地质条件的区域应采取相应措施。

## II 设计流程

**5.4.6** 城市道路与广场海绵城市建设工程应按下列流程进行：

- 1 根据上位规划，确定控制目标、指标。
- 2 根据机动车道、非机动车道、人行道、绿化带、行道树池、广场、广场绿地及水体的构成，分解各类下垫面的控制指标。
- 3 根据平面、竖向规划，进行雨水汇水系统设计，选择适合的海绵城市工程设施，确定其布局并分配控制指标。
- 4 核算各工程设施控制指标，优化调整其指标分配及平面布局，最终完成规划控制目标。

## III 工程设计

**5.4.7** 道路及广场平面设计应包含下列内容：

- 1 设计范围应包含道路建设用地、红线外绿地、广场用地。
- 2 设计内容应包含海绵城市工程设施布局、定位及所采用设施的规模、尺寸及各系统设施间的衔接。

**5.4.8** 道路纵断面设计应满足下列要求：

- 1 纵坡大的路段应适当加密雨水收集设施。
- 2 纵坡大于 2% 的路段应在下沉式绿地内设置挡水堰/台坎等措施，挡水堰高度及间距应根据道路纵坡及蓄存水量要求计算确定。

**5.4.9** 道路横断面设计应满足下列要求：

- 1 横断面设计时应结合海绵城市工程设施布局确定横坡方向，便于雨水径流汇入海绵城市工程设施。
- 2 新建道路行道树位置宜设置连续的生物滞留带，改建道路若不具备条件，可改造为独立生态树池。
- 3 机非分隔带应设置为生物滞留带。
- 4 道路横坡一般取 1%~2%，为提高收水效果，可取高值。

**5.4.10 道路路面结构设计应满足下列要求：**

1 透水路面包括透水沥青路面、透水水泥混凝土路面、透水砖路面、植草砖铺装。

2 透水沥青路面、透水水泥混凝土路面及透水砖路面设计应按《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190、《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135、《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188 的规定执行，广场、停车场透水铺装结构设计应参照上述规程的规定执行。

3 全透水路面结构土基顶面距离地下水位宜大于 1m，土壤透水系数不应小于  $1 \times 10^{-6}$  m/s。当不满足要求或土基为自重湿陷性黄土、膨胀土和高含盐土等特殊土壤时，宜采用半透水路面结构。

**5.4.11 道路路面收水设施的设置应满足下列要求：**

1 路面收水可采用开口路缘石，包括齿状、门型、圆孔等形式，尺寸应保证结构的稳定性和安全性。

2 开口路缘石布置间距应按汇水面积产生雨水流量及开口路缘石收水能力经计算确定。

3 开口路缘石处宜设置消能、净化设施。

**5.4.12 广场、停车场的竖向设计应尽可能引导周边雨水径流汇入下沉式绿地。**

**5.4.13 城市道路、广场、停车场超标雨水径流应通过溢流排放系统与城市雨水管渠系统有效衔接。**

**5.4.14 下沉式绿地的设置应满足下列要求：**

1 道路范围内所有绿化带均宜采用下沉式绿地，并宜采用生物滞留带形式。

2 下沉式绿地应采取相应措施保证植物存活，防止种植土流失。

3 植物的选择应综合考虑耐受性、视觉诱导、景观效果等因素。

4 下沉式绿地内应设溢流口设施，并与市政雨水管渠系统相连通，溢流口溢流能力应满足雨水管渠设计重现期标准。

5 当道路采用不透水、半透水路路面结构时,生物滞留带外围应采取防渗措施,采取防渗措施的生物滞留带下宜设渗透管。

6 必要时应在下沉式绿地边缘采取防护措施,确保行人及非机动车通行安全。

## 5.5 城市绿地

### I 一般规定

5.5.1 城市绿地海绵城市工程设计包括山体类绿地、非山体类绿地的海绵城市工程设计。

5.5.2 城市绿地海绵城市工程设施总体布局、规模、竖向设计应与城市排水防涝系统相衔接。

5.5.3 城市绿地内道路及广场宜采用透水路面或透水铺装。

5.5.4 景观水体布置应尊重现状、因地制宜,应具有雨水调蓄功能,调蓄设施的调蓄排放能力应满足本规程 5.2.24 条的规定。

5.5.5 城市绿地内湿塘、雨水湿地等雨水调蓄设施应采取水质控制措施,提高水体水质。

5.5.6 绿地、景观水体宜根据实际情况选择耐盐、耐污、耐水湿等能力较强的乡土植物。

### II 设计流程

5.5.7 城市绿地海绵城市工程设计应按下列流程进行:

1 根据上位规划,结合区位、周边用地情况及绿地内现状特征,分析并提出绿地控制目标与指标要求,明确单位面积控制容积,并对指标进行分解分配。

2 根据分配指标要求,结合绿地现状,进行海绵城市工程设施的选择与组合,确定设施布局及规模,满足控制目标要求。

### III 工程设计

5.5.8 山体类绿地海绵城市设计应满足下列要求:

1 根据山体的地形特点,加大绿化,层层拦蓄、合理存蓄,减少雨水外排,对生态敏感区应强化生态的恢复和修复。

2 加强裸露山体绿化及植物的栽植。

3 根据山体地形特点、汇水分区等,对雨水进行层层拦蓄,降低雨水径流速度,增加雨水渗透。

4 结合山体末端地形或周边低洼地带等集中汇水区域,建设渗透塘,收集雨水,增加渗透量。

**5.5.9 非山体类绿地海绵城市设计应满足下列要求:**

1 根据非山体类绿地的特点,分区域分散消减径流,合理存蓄,最大限度地实现雨水在湿地公园及开放绿地区域内的积存、渗透,保护生态敏感区域。

2 海绵城市工程设施应与景观设施统筹布局。

3 丰富植物种类、层次,增强雨水缓释、渗透和净化功能。

4 优化竖向设计,形成缓坡、土丘和下沉式绿地,合理疏导雨水汇入各类海绵城市工程设施,满足各类设施指标控制要求。

5 利用绿地内的自然或景观湖泊、河溪、池塘等水体,合理设置景观水位、调蓄水位,提高调蓄能力。

## **5.6 城市水系**

### **I 一般规定**

**5.6.1** 城市水系海绵城市工程设计包含水域形态保护与控制、河湖调蓄控制、生态岸线设计、排水入口设置以及城市雨水管渠系统与水系的衔接等海绵城市专项设计。

**5.6.2** 在满足防洪安全前提下,对城市河湖水系岸线、岛屿、底质、加装盖板河渠等进行生态修复,恢复其生态功能,并改善水质,增加其调蓄能力。

**5.6.3** 城市雨水管渠汇入水系的入口应与水系的植被缓冲带、湿塘、雨水湿地、生态驳岸等具有雨水调蓄与净化功能的设施充

分衔接，统筹设计布局，并符合国家防洪除涝标准。

**5.6.4** 河道宜建设透水河床及驳岸，提高河水下渗能力；河道两侧游步道、广场、休憩场所宜采用透水砖、自然砂石等透水铺装。

**5.6.5** 滨水绿化带接纳相邻道路的雨水径流时，应设置植被缓冲带。

**5.6.6** 城市水系内可建设拦水坝、水闸等蓄水设施，提高城市水系雨水下渗量，增强雨水控制能力；在具备条件的位置或仅通过拦蓄无法达到相应的径流控制目标的河道，可在河道两侧合适位置设置雨水调蓄池。

## II 设计流程

**5.6.7** 城市水系海绵城市建设工程设计应按下列流程进行：

1 根据上位规划，确定控制目标，计算各项控制指标。  
2 收集水文条件、水质等级、水系连通状况、水系利用状况、岸线与滨水带状况等资料。

3 在流域洪水风险分析、水环境容量分析基础上，进行城市水系海绵功能分析。

4 确定各类设施平面总体布局，重点分析水域可设置闸坝位置及与绿化、道路、广场、建筑物等其他配套要素的关系。

5 根据防洪调蓄、生态、景观、雨水利用等功能需求，确定海绵城市工程规模。

6 进行岸线、排口、水质净化以及滨水带的景观绿化和临水建筑物等设计，并在设计过程中优先选用生态性措施。

7 对方案设计进行海绵城市建设指标核算，对于不满足要求的，应进行方案调整优化直至达标。

## III 工程设计

**5.6.8** 滨水带设计应满足下列要求：

1 滨水带绿地空间宜选择湿塘、雨水湿地、植被缓冲带等

工程设施进行雨水净化调蓄，消减径流及控制污染。

2 滨水带步行道、慢行道设计应满足透水要求，滨水带内的建筑应符合绿色建筑要求。

**5.6.9 驳岸设计应满足下列要求：**

1 河流、湖泊的岸线应保持或恢复自然性与生态性。

2 城市河流宜选用安全性和稳定性高的生态护岸形式，对于流速较缓的河段可选用自然驳岸。

3 城市河道、管渠设计流速小于 3m/s，岸坡高度小于 3m 的岸坡，可采用三维植被网植草护坡、土工织物草坡护坡、石笼护岸、木桩护岸、乱石缓坡护岸、水生态植物护岸等生态型护岸形式或天然材料护岸形式。

**5.6.10 排水入口设置应满足下列要求：**

1 雨水管渠入河口宜明设，充分利用滨水带绿地空间内的净化、调蓄设施进行净化及降低流速。

2 城市水系宜采用漫流生态入口，现有排水入口与水系岸线间如无生态设施建设空间，可设置沉淀池等物理处理设施。

3 城市水系现有雨污合流排水入口整治设计中，应结合汇水范围内的源头改造措施，加大污水截流倍数，设置初期雨水调蓄池等工程措施进行污染控制。

4 重要的排水入口位置宜设置水质、水量监测设备。

**5.6.11 水体设计应满足下列要求：**

1 规划新建水体或扩大现有水域面积，应核实区域海绵城市建设控制目标，并根据目标进行水体形态控制、平面设计、容积设计、水位控制及水质控制。

2 城市水体水质要求较高、防涝高风险区，可利用现有子湖等水域设计自然水体缓冲区，自然水体缓冲区应设置水质污染风险防范措施，以防止发生上游污染事件对主水域的水质破坏。

# 附录 A 山东省设区市多年平均 逐月降水量一览表

| 编号 | 城市 | 月平均降雨量 (mm) |      |      |      |      |       |       |       |      |      |      |      |
|----|----|-------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
|    |    | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6     | 7     | 8     | 9    | 10   | 11   | 12   |
| 1  | 济南 | 5.7         | 10.1 | 12.9 | 28.6 | 66.0 | 81.6  | 197.0 | 178.7 | 61.4 | 31.0 | 19.6 | 7.1  |
| 2  | 青岛 | 10.7        | 14.9 | 20.3 | 31.8 | 63.8 | 75.5  | 155.6 | 155.8 | 71.9 | 36.0 | 31.8 | 13.5 |
| 3  | 淄博 | 6.5         | 10.0 | 13.6 | 24.9 | 56.8 | 74.5  | 151.5 | 148.5 | 56.5 | 28.8 | 21.1 | 8.5  |
| 4  | 枣庄 | 11.8        | 16.4 | 22.5 | 39.2 | 75.2 | 103.6 | 231.8 | 178.8 | 70.0 | 33.4 | 25.8 | 13.2 |
| 5  | 东营 | 4.9         | 9.4  | 10.9 | 22.7 | 57.3 | 70.9  | 151.7 | 134.2 | 41.4 | 27.9 | 17.3 | 6.6  |
| 6  | 烟台 | 13.2        | 12.6 | 19.4 | 33.4 | 55.6 | 66.4  | 173.5 | 149.6 | 64.5 | 29.4 | 28.9 | 22.5 |
| 7  | 潍坊 | 6.1         | 11.0 | 14.0 | 23.4 | 47.5 | 75.9  | 141.7 | 142.0 | 58.5 | 28.3 | 21.7 | 10.4 |
| 8  | 济宁 | 6.9         | 11.9 | 18.4 | 31.6 | 59.6 | 79.7  | 170.7 | 161.9 | 73.2 | 29.0 | 24.1 | 9.5  |
| 9  | 泰安 | 5.1         | 11.0 | 15.8 | 28.2 | 59.1 | 79.9  | 220.1 | 144.4 | 68.0 | 28.7 | 20.2 | 7.0  |
| 10 | 威海 | 12.8        | 12.7 | 20.6 | 36.6 | 51.1 | 70.4  | 163.0 | 181.0 | 86.8 | 31.3 | 29.5 | 25.4 |
| 11 | 日照 | 11.9        | 19.2 | 23.7 | 37.9 | 81.7 | 91.0  | 186.5 | 169.1 | 84.5 | 35.9 | 28.3 | 14.6 |
| 12 | 莱芜 | 5.7         | 10.7 | 14.3 | 25.6 | 56.9 | 98.0  | 208.2 | 161.5 | 72.3 | 29.5 | 20.4 | 8.3  |
| 13 | 临沂 | 11.7        | 17.2 | 24.2 | 34.3 | 80.4 | 89.5  | 234.4 | 206.7 | 75.6 | 35.5 | 26.3 | 12.7 |
| 14 | 德州 | 2.8         | 7.0  | 10.2 | 22.4 | 38.4 | 68.5  | 165.6 | 113.9 | 48.8 | 27.9 | 13.0 | 3.3  |
| 15 | 聊城 | 3.8         | 8.1  | 12.1 | 26.9 | 49.7 | 66.8  | 175.5 | 125.9 | 56.6 | 31.2 | 15.5 | 4.6  |
| 16 | 滨州 | 4.8         | 9.0  | 9.6  | 24.6 | 50.3 | 72.3  | 168.5 | 120.2 | 46.8 | 26.8 | 17.0 | 5.3  |
| 17 | 菏泽 | 6.5         | 12.1 | 21.3 | 29.0 | 57.9 | 58.8  | 162.0 | 130.6 | 78.0 | 30.7 | 23.2 | 8.4  |

注：原始数据来源山东省气象信息中心（1985 年～2014 年）。

## 附录 B 山东省设区市年径流总量 控制率对应设计降雨量一览表

| 编号 | 城市 | 不同年径流总量控制率对应的设计降雨量 (mm) |      |      |      |      |      |      |
|----|----|-------------------------|------|------|------|------|------|------|
|    |    | 60%                     | 65%  | 70%  | 75%  | 80%  | 85%  | 90%  |
| 1  | 济南 | 16.7                    | 19.7 | 23.2 | 27.7 | 33.5 | 41.4 | 52.5 |
| 2  | 青岛 | 16.2                    | 19.3 | 22.9 | 27.4 | 33.6 | 42.2 | 55.0 |
| 3  | 淄博 | 13.6                    | 16.0 | 18.7 | 22.1 | 26.4 | 32.1 | 40.1 |
| 4  | 枣庄 | 17.8                    | 21.1 | 25.1 | 29.8 | 35.7 | 43.9 | 56.3 |
| 5  | 东营 | 14.2                    | 16.7 | 19.6 | 23.1 | 27.6 | 33.2 | 41.7 |
| 6  | 烟台 | 16.3                    | 19.5 | 23.2 | 27.7 | 33.4 | 41.1 | 53.3 |
| 7  | 潍坊 | 13.6                    | 15.8 | 18.5 | 21.7 | 25.8 | 31.2 | 38.9 |
| 8  | 济宁 | 18.2                    | 21.6 | 25.7 | 30.5 | 36.4 | 44.4 | 55.8 |
| 9  | 泰安 | 17.0                    | 19.8 | 23.1 | 27.1 | 32.0 | 38.3 | 47.0 |
| 10 | 威海 | 18.2                    | 21.9 | 26.7 | 32.8 | 40.5 | 50.6 | 66.2 |
| 11 | 日照 | 17.5                    | 20.7 | 24.5 | 29.0 | 34.9 | 43.1 | 54.7 |
| 12 | 莱芜 | 17.0                    | 20.1 | 23.8 | 28.3 | 33.9 | 41.3 | 53.0 |
| 13 | 临沂 | 18.3                    | 21.6 | 25.6 | 30.7 | 37.1 | 46.0 | 59.6 |
| 14 | 德州 | 14.7                    | 17.3 | 20.4 | 24.5 | 29.8 | 36.8 | 46.7 |
| 15 | 聊城 | 17.6                    | 20.9 | 24.8 | 29.7 | 36.1 | 44.4 | 57.4 |
| 16 | 滨州 | 14.9                    | 17.5 | 20.7 | 24.7 | 29.8 | 36.4 | 46.2 |
| 17 | 菏泽 | 16.3                    | 19.2 | 22.5 | 26.7 | 31.9 | 38.3 | 47.3 |

注：数据来源山东省气象信息中心（1985 年～2014 年）。

# 附录 C 山东省设区市多年平均逐月 水面蒸发量一览表

| 编号 | 城市 | 月平均水面蒸发量 (mm) |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
|----|----|---------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|    |    | 1             | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12   |
| 1  | 济南 | 54.6          | 80.6 | 148.1 | 204.7 | 229.6 | 246.3 | 187.2 | 153.1 | 141.1 | 127.9 | 94.7  | 62.5 |
| 2  | 青岛 | 46.3          | 57.0 | 90.9  | 116.7 | 140.4 | 126.2 | 121.1 | 131.3 | 130.6 | 112.3 | 78.3  | 55.8 |
| 3  | 淄博 | 45.4          | 71.8 | 145.5 | 222.0 | 256.8 | 286.5 | 224.8 | 179.9 | 160.2 | 131.7 | 80.9  | 49.9 |
| 4  | 枣庄 | 46.3          | 67.0 | 124.3 | 156.6 | 188.3 | 203.4 | 164.9 | 148.0 | 135.1 | 114.3 | 75.9  | 50.8 |
| 5  | 东营 | 41.0          | 64.2 | 126.8 | 201.4 | 251.8 | 256.2 | 215.2 | 186.3 | 164.3 | 126.6 | 76.2  | 46.1 |
| 6  | 烟台 | 50.8          | 63.8 | 127.3 | 211.7 | 255.0 | 228.5 | 182.3 | 164.0 | 163.7 | 152.9 | 100.2 | 63.3 |
| 7  | 潍坊 | 47.0          | 72.7 | 141.8 | 180.0 | 202.2 | 215.9 | 175.8 | 144.7 | 134.0 | 113.5 | 79.4  | 52.3 |
| 8  | 济宁 | 44.2          | 67.1 | 129.2 | 190.0 | 225.6 | 257.9 | 199.4 | 163.4 | 140.5 | 117.4 | 70.9  | 43.6 |
| 9  | 泰安 | 46.2          | 72.0 | 129.3 | 154.7 | 170.3 | 198.2 | 156.1 | 143.8 | 124.8 | 102.4 | 71.0  | 47.0 |
| 10 | 威海 | 53.0          | 64.9 | 113.1 | 167.9 | 200.7 | 178.3 | 147.7 | 139.1 | 142.8 | 123.0 | 88.5  | 62.4 |
| 11 | 日照 | 53.2          | 63.4 | 102.1 | 121.6 | 143.7 | 126.5 | 123.1 | 131.5 | 137.8 | 119.2 | 86.9  | 63.4 |
| 12 | 莱芜 | 39.1          | 59.8 | 121.6 | 197.2 | 235.1 | 245.1 | 191.9 | 169.1 | 145.8 | 119.1 | 69.5  | 40.3 |
| 13 | 临沂 | 47.8          | 68.8 | 134.1 | 195.8 | 225.9 | 222.3 | 184.4 | 171.6 | 150.0 | 128.6 | 79.7  | 51.5 |
| 14 | 德州 | 40.9          | 66.2 | 139.0 | 210.6 | 243.5 | 260.7 | 201.7 | 170.6 | 148.7 | 123.5 | 70.7  | 42.0 |
| 15 | 聊城 | 41.1          | 67.2 | 137.3 | 189.6 | 204.5 | 238.5 | 185.1 | 157.2 | 136.5 | 120.5 | 77.1  | 43.8 |
| 16 | 滨州 | 40.0          | 61.9 | 136.8 | 209.7 | 246.4 | 252.6 | 202.4 | 175.8 | 154.0 | 123.8 | 72.7  | 40.4 |
| 17 | 菏泽 | 34.1          | 56.3 | 108.7 | 152.5 | 175.4 | 210.6 | 169.1 | 145.9 | 118.5 | 98.0  | 59.1  | 34.1 |

- 注：1. 原始数据来源山东省气象信息中心（1985 年～2013 年）。  
2. 济南 2002 年～2005 年的 3 月～11 月、2006 年～2013 年的 4 月～10 月采用日大型蒸发量值，其他时段采用日小型蒸发量值；青岛、枣庄、潍坊、东营、泰安、日照等城市 2002 年～2004 年的 3 月～11 月、2005 年 3 月～10 月、2006 年～2013 年的 4 月～10 月采用日大型蒸发量值，其他时段采用日小型蒸发量值；淄博、济宁、威海、烟台、莱芜、临沂、德州、聊城、滨州、菏泽等城市全部采用日小型蒸发量值，烟台 1992 年～1998 年数据缺失。  
3. 日小型蒸发量值指小型蒸发器（口径为 20cm，高约 10cm 金属圆盆，盆口成刀刃状）测定值；日大型蒸发量值为大型蒸发桶（器口面积 0.3m<sup>2</sup> 圆柱形桶，桶底中心装一直管，直管上端装有测针座和水面指示针，桶体埋入地中，桶口略高于地面）测定值。

## 附录 D 山东省设区市海绵 城市主次控制目标一览表

因山东省 17 设区市城市气象、水文、地质、地形地貌差别较大，且城市发展存在的问题也各不相同，应当以问题为导向，因地制宜地确定各区市海绵城市规划控制目标。本规程制定了山东省 17 设区市海绵城市主次控制目标一览表，供规划设计参考。

| 序号 | 城市 | 总量控制 | 雨水资源化利用 | 污染控制 | 峰值控制 |
|----|----|------|---------|------|------|
| 1  | 济南 | ●    | ○       | ○    | ◎    |
| 2  | 青岛 | ●    | ◎       | ○    | ○    |
| 3  | 淄博 | ●    | ○       | ◎    | ○    |
| 4  | 枣庄 | ●    | ○       | ◎    | ○    |
| 5  | 东营 | ●    | ◎       | ○    | ○    |
| 6  | 烟台 | ●    | ◎       | ○    | ○    |
| 7  | 潍坊 | ●    | ○       | ◎    | ○    |
| 8  | 济宁 | ●    | ○       | ◎    | ○    |
| 9  | 泰安 | ●    | ◎       | ○    | ○    |
| 10 | 威海 | ●    | ◎       | ○    | ○    |
| 11 | 日照 | ●    | ◎       | ○    | ○    |
| 12 | 莱芜 | ●    | ○       | ◎    | ○    |
| 13 | 临沂 | ●    | ○       | ◎    | ○    |
| 14 | 德州 | ●    | ○       | ◎    | ○    |
| 15 | 聊城 | ●    | ○       | ◎    | ○    |
| 16 | 滨州 | ●    | ○       | ○    | ◎    |
| 17 | 菏泽 | ●    | ○       | ◎    | ○    |

注：1. ●—主要 ◎—较主要 ○—次要。

2. 径流总量控制包括雨水下渗及雨水资源化利用两部分，考虑到山东省城市水资源缺乏的实际情况，将雨水资源化利用单列。

## 附录 E 海绵城市主要工程设施

### E.1 透 水 铺 装

透水铺装按照面层材料不同可分为透水砖铺装、透水水泥混凝土铺装和透水沥青混凝土铺装，嵌草砖、园林铺装中的鹅卵石、碎石铺装等也属于透水铺装。

透水铺装适用于广场、停车场、人行道以及车流量和荷载较小的道路。透水铺装应用于可能造成陡坡坍塌、滑坡灾害的区域、特殊土壤地质区域及径流污染严重的区域时，还应采取必要的措施防止次生灾害或地下水污染的发生。

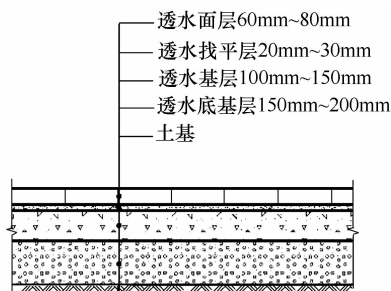


图 E. 1-1 透水砖铺装典型结构示意图



图 E. 1-2 透水铺装工程应用效果图

## E.2 下沉式绿地

下沉式绿地指低于周边铺装地面或道路在 200mm 以内的绿地，下沉式绿地的主要设计参数是绿地下沉深度，一般建议下沉深度为 100mm~200 mm。

下沉式绿地适用于城市建筑与小区、道路、绿地和广场。

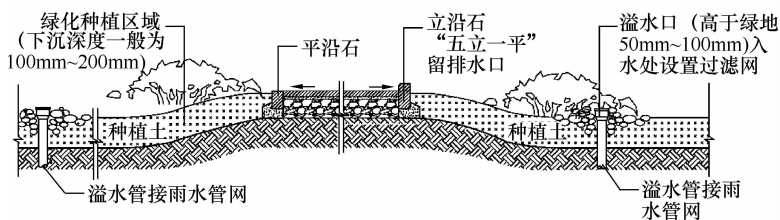


图 E.2-1 下沉式绿地典型构造示意图



图 E.2-2 下沉式绿地工程应用图

### E.3 绿 色 屋 面

绿色屋面也称种植屋面、屋顶绿化等，根据种植基质深度和景观复杂程度，绿色屋面又分为简单式和花园式。基质深度根据植物需求及屋顶荷载确定，简单式绿色屋面的基质深度一般不大于150mm，花园式绿色屋面在种植乔木时基质深度可超过600mm。

绿色屋面适用于符合屋顶荷载、防水等条件的平屋顶建筑和坡度 $\leq 15^\circ$ 的坡屋顶建筑。

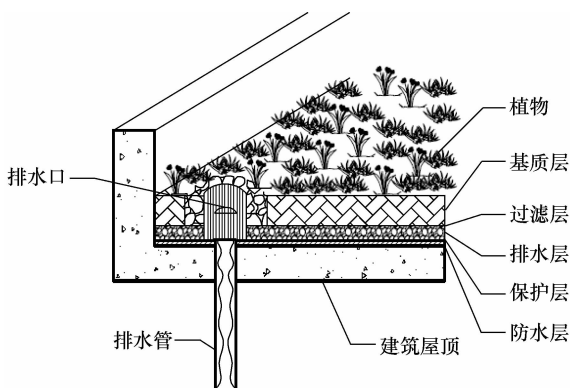


图 E. 3-1 绿色屋面典型构造示意图



图 E. 3-2 绿色屋面工程应用图

### E.4 生物滞留设施

生物滞留设施指在地势较低的区域，通过植物、土壤和微生物系统蓄渗、净化雨水径流的设施。生物滞留设施分为简易型生物滞留设施和复杂型生物滞留设施。按应用位置不同又称作雨水花园、生物滞留带、高位花坛、生态树池等。

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。对于径流污染严重、设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于1m及距离建筑物基础小于3m水平距离的区域，可采用底部防渗的复杂型生物滞留设施。

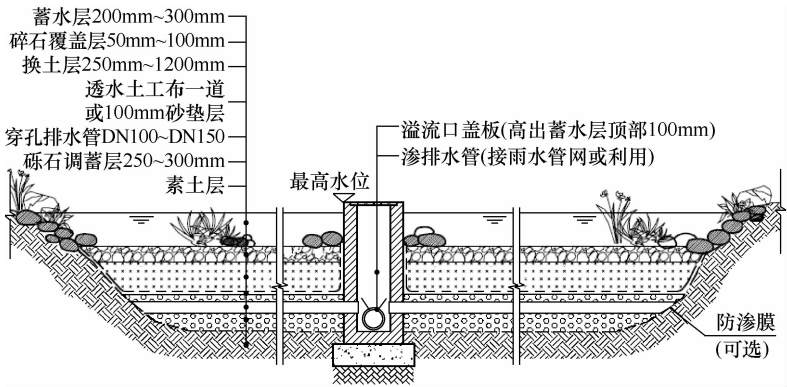


图 E. 4-1 复杂型生物滞留设施典型构造示意图

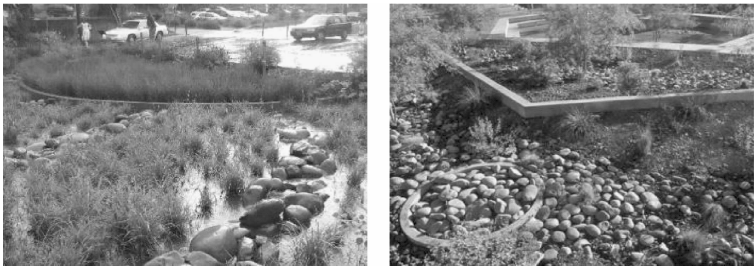


图 E. 4-2 生物滞留设施工程应用图

## E.5 渗 透 塘

渗透塘是一种用于雨水下渗补充地下水的洼地，具有一定的净化雨水和削减峰值流量的作用。

渗透塘适用于汇水面积较大（大于  $1\text{hm}^2$ ）且具有一定空间条件的区域，但应用于径流污染严重、设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于  $1\text{m}$  及距离建筑物基础小于  $3\text{m}$  水平距离时，应采用必要的措施防止发生次生灾害。

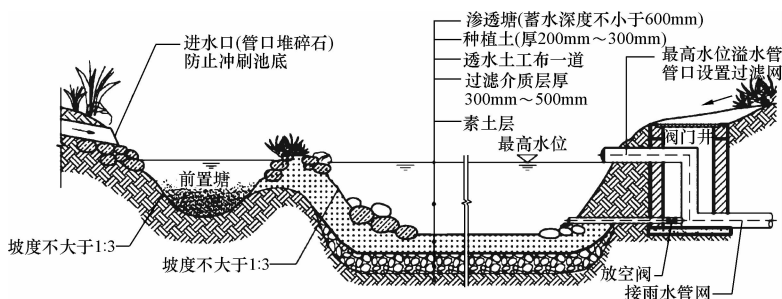


图 E. 5-1 渗透塘典型构造示意图



图 E. 5-2 渗透塘工程应用图

## E.6 湿塘

湿塘指具有雨水调蓄和净化功能的景观水系，雨水同时作为其主要的补水水源。湿塘有时可结合绿地、开放空间等场地条件设计为多功能调蓄水体，即平时发挥正常的景观及休闲、娱乐功能，暴雨发生时发挥调蓄功能，实现土地资源的多功能利用。

湿塘适用于建筑与小区、城市绿地、广场等具有空间条件的场地。

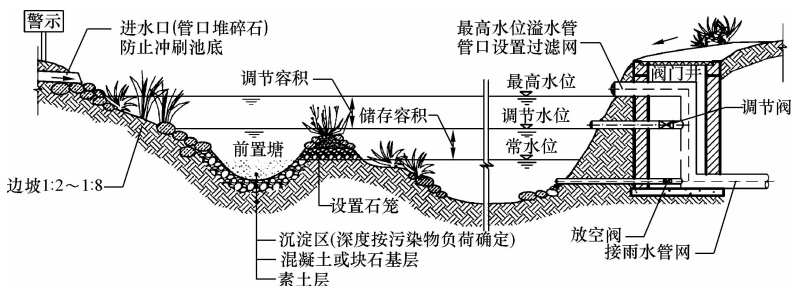


图 E. 6-1 湿塘典型构造示意图



图 E. 6-2 湿塘工程应用图

### E.7 雨水湿地

雨水湿地利用物理、水生植物及微生物等作用净化雨水，是一种高效的径流污染控制设施，一般设计成防渗型以便维持雨水湿地植物所需要的水量，雨水湿地常与湿塘合建并设计一定的调蓄容积。

雨水湿地适用于具有一定空间条件的建筑与小区、城市道路、城市绿地、滨水带等区域。

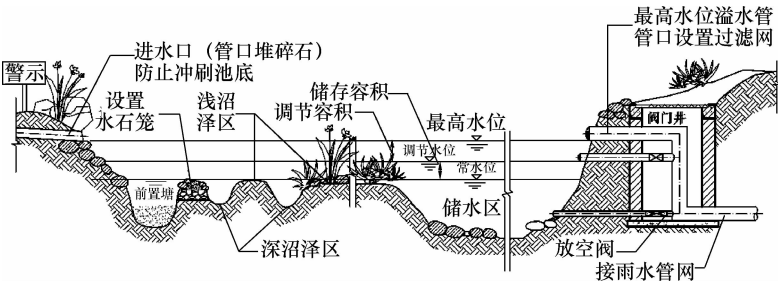


图 E.7-1 雨水湿地典型构造示意图



图 E.7-2 雨水湿地工程应用图

## 规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的；  
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：  
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件允许时首先应这样做的：  
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

- 《建筑与小区雨水利用技术规范》GB 50400
- 《室外排水设计规范》GB 50014
- 《建筑给水排水设计规范》GB 50015
- 《屋面工程技术规范》GB 50345
- 《民用建筑节能设计标准》GB 50555
- 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378
- 《民用建筑绿色设计规范》JGJ/T 229
- 《种植屋面工程技术规程》JGJ 155
- 《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188
- 《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190
- 《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135
- 《海绵城市建设技术指南-低影响开发雨水系统构建（试行）》
- 《海绵城市建设绩效评价与考核办法》
- 《海绵城市专项规划编制暂行规定》
- 《雨水控制与利用工程设计规范》北京：DB11/685
- 《雨水控制与利用工程技术规范》河北：DB13（J）175
- 《南宁市海绵城市规划设计导则》
- 《武汉市海绵城市规划设计导则》
- 《嘉兴市城市低影响开发规划设计导则》
- 《南京市雨水综合利用技术导则》

山东省工程建设标准

**海绵城市设计规程**

**Specification for design of sponge city**

DB37/T 5060—2016

条 文 说 明

# 目 次

|            |    |
|------------|----|
| 1 总则       | 49 |
| 3 参数及计算    | 50 |
| 3.1 计算参数   | 50 |
| 3.2 水量计算   | 51 |
| 3.3 渗透设施计算 | 53 |
| 3.4 调蓄设施计算 | 53 |
| 3.5 水质要求   | 54 |
| 4 规划       | 56 |
| 4.1 一般规定   | 56 |
| 4.2 规划内容   | 56 |
| 5 设计       | 59 |
| 5.1 一般规定   | 59 |
| 5.2 系统与设施  | 60 |
| 5.3 建筑与小区  | 63 |
| 5.4 城市道路   | 65 |
| 5.6 城市水系   | 66 |

# 1 总 则

## 1.0.1 说明制定本规程的目的及意义。

为贯彻落实习近平总书记“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路，按照国家及省财政、住建、水利部门的具体要求，大力推进建设自然积存、自然渗透、自然净化的“海绵城市”，节约水资源，保护和改善城市生态环境，促进生态文明建设，使山东省海绵城市规划设计做到技术先进、安全可靠、经济合理，编制了本规程。

本规程旨在指导山东省各地市新型城镇化建设过程中，推广和应用海绵城市建设模式，加大城市雨水径流源头减排的刚性约束，优先利用自然排水系统，建设生态排水设施，充分发挥城市绿地、道路、水系等对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用，使城市开发建设后的水文特征接近开发前，有效缓解城市内涝、削减城市径流污染负荷、节约水资源、保护和改善城市水生态，为建设具有自然积存、自然渗透、自然净化功能的海绵城市提供重要保障。

**1.0.3** 海绵城市工程设施与建设项目用地建设密不可分，其本身就是项目建设的组成部分。比如绿色屋面、下沉式绿地、透水铺装、渗透塘、渗井、渗透管/渠、景观水体雨水存储以及地面雨水径流的竖向组织等，因此建设用地内的海绵城市工程设施在项目建设的规划和设计阶段就需要考虑和包括进去，才能使系统更经济合理、安全高效。

**1.0.4** 海绵城市规划设计涉及的相关标准、规范范围较广，包括风景园林、道路、建筑、给水、排水、防洪等，涉及的相关专业应同时符合国家、山东省现行相关规范、标准及法规、政府令等。

## 3 参数及计算

### 3.1 计算参数

**3.1.1** 对降雨资料的选择及年径流总量控制率对应设计降雨量的计算方法做出规定。

山东省各设区市的城市年径流总量控制率对应的设计降雨量值的确定,是通过统计学方法获得的。根据山东省气象信息中心提供的气候资料原始数据,选取近 30 年(1985~2014 年)日降雨(不包括降雪)资料,扣除小于等于 2 mm 的降雨事件的降雨量,将降雨量日值按雨量由小到大进行排序,统计小于某一降雨量的降雨总量(小于该降雨量的按真实雨量计算出降雨总量,大于该降雨量的按该降雨量计算出降雨总量,两者累计总和)在总降雨量中的比率,此比率(即年径流总量控制率)对应的降雨量(日值)即为设计降雨量。具体数值详见附录 A。

**3.1.2** 规定了设计暴雨强度计算公式。

目前,山东省各地已积累了较为完整的自动雨量记录资料,可采用数理统计法计算确定暴雨强度公式,本条所列的计算公式为我国目前普遍采用的计算公式。在没有当地降雨参数的地区,可参照附近气象条件相似地区的暴雨强度公式。

水文统计学的取样方法主要有年最大值法和年多个样法两类,当地区具有 20 年以上雨量记录时采用年最大值法较合适,当地区具有不足 20 年雨量记录时采用年多个样法较合适。由于目前山东省许多地区,尤其是各设区市已具有 30 年以上的自记雨量资料,具备采用年最大值法的条件,所以规定具有 20 年以上自记雨量资料的地区,应采用年最大值法。

**3.1.3** 规定不同垫面径流系数、选取范围及综合径流系数计算方法。

径流系数包括流量径流系数及雨量径流系数两种，根据不同径流系数的定义，两个径流系数之间存在差异，后者应比前者小，主要原因是降雨的初期损失对雨水量的折损相对较大。鉴于此，本规程采用两个径流系数。

下垫面的种类是径流系数的主要影响因素，降雨强度及降雨重现期对径流系数也有重要影响，随着降雨重现期的增加（降雨频率的减少）而增大。

本条文中数据来源《海绵城市建设技术指南》。

### 3.1.4 规定土壤渗透系数的获取。

土壤渗透系数  $K$  由土壤性质决定。在现场原位实测  $K$  值时可采用立管注水法、圆环注水法及简易的土壤注水法等。城区土壤多为受扰动后的回填土，均匀性较差，需取大量样土测定才能得到代表性结果。实测中需要注意应取入渗稳定后的数据，开始时快速渗透的水量数据应剔除。

土壤渗透系数表格中的数据取自刘兆昌等主编的《供水水文地质》。

## 3.2 水量计算

### 3.2.1 规定设计控制径流总量的基本计算公式。

本公式为下垫面的设计控制径流总量计算公式，指配置海绵城市工程设施前，在设计下垫面拟定的情况下，汇水面在规定海绵城市年径流总量控制率条件下，依据对应设计降雨量值计算控制径流总量。用于滞蓄、入渗与收集利用设施的来水量计算时，设计降雨量取日均值；用于雨水塘、景观水体收集利用设施的月水量平衡分析计算时，设计降雨量取月均值；用于年可利用雨水资源总量计算时，设计降雨量取年平均值。

设计控制径流总量应包括渗透设施承担的雨水入渗量  $W_1$  及收集利用设施承担的雨水利用量  $W_2$  两部分，雨水塘、景观水体的蒸发量因数值较小，没有包括在内，但在进行水量平衡分析时应包括此部分。

### 3.2.2 规定雨水设计流量的基本计算公式。

雨水设计流量为汇水面上降雨高峰历时内汇集的径流流量，用于雨水输送管道及植草沟的设计流量计算。

### 3.2.3 规定初期弃流量的基本计算公式。

受下垫面的表层杂质、碎屑及油污等污染物的影响，降雨初期雨水径流中污染物含量较高，水质条件较差，此部分雨水如直接进入雨水收集利用系统将增加利用系统的负荷，提高系统处理成本。污染严重的初期雨水直接进入水系，将对水系造成污染。因此应对初期雨水进行弃流。

### 3.2.4 规定水面蒸发量和水体渗透量的计算公式。

水面蒸发量对水量平衡具有重要意义，同时，水体渗透量在景观水体水量平衡预测中占有重要成分，水体渗透量应根据实测数据测定。

当雨水利用于景观水体时，景观水体的渗透量根据池体结构和防渗做法不同而有所差别。由于施工技术及工程材料的发展，一般景观水体单位面积日渗透量不会大于  $1\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

### 3.2.5 规定雨水用于绿化浇灌用水定额。

本条表中定额参考《民用建筑节能设计标准》GB 50555 表 3.1.6 取值。最高日绿化浇灌用水定额参照《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中 3.1.4 条确定。

### 3.2.6 规定雨水用于道路浇洒用水定额。

本条表中定额参考《民用建筑节能设计标准》GB 50555 表 3.1.5 取值，按早晚各一次计算。最高日道路及广场浇洒用水定额参照《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中 3.1.5 条确定。

### 3.2.7 规定雨水用于洗车用水定额。

本条文定额参考《建筑给水排水设计规范》GB 50015 表 3.1.13 取值。随着汽车保有量的增加、科学技术的进步和公众节水意识的增强，微水洗车、电脑循环水洗车将逐步替代传统洗车方式。当采用高技术洗车方式时，用水量应按洗车设备使用说明确定。

### 3.2.8 规定空调循环冷却水补水定额。

本条中定额参照《民用建筑节能设计标准》GB 50555 中 3.1.4 条确定。

### 3.2.9 规定雨水利用用于冲厕的用水定额。

本条中定额参照《民用建筑节能设计标准》GB 50555 中 3.1.8 条确定。

## 3.3 渗透设施计算

**3.3.1** 本条采用的公式为地下水层流运动的线性渗透定律，又称达西定律。式中  $\alpha$  为安全系数，主要考虑渗透设施会逐渐积淀尘土颗粒，使渗透效率降低。山东省属于北方地区，尘土多，参照《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400 取 0.5～0.6。水力坡降  $J$  是渗透途径长度的水头损失与渗透途径长度之比，其计算式为：

$$J = \frac{J_s + z}{J_s + \frac{z}{2}}$$

式中： $J_s$ ——渗透面到地下水位距离（m）；

$z$ ——渗透面上的存水深度（m）。

渗透设施的渗透量应大于等于海绵城市工程设计分配给该设施的雨水下渗量。

**3.3.2** 渗透设施蓄积的雨水量与该设施降雨历时内渗透量之和，应大于等于海绵城市工程设计分配给该设施的雨水渗透量。因降雨历时较短不好确定，且在土壤渗透系数较小情况下， $W_p$  往往大于  $W_1$ ，故此公式略去了降雨历时内的渗透量。

**3.3.3** 海绵城市渗透设施存储容积  $V_s$  包含填料的体积。

## 3.4 调蓄设施计算

### 3.4.1 推荐调蓄设施容积的计算方法。

该条所列公式参照《建筑与小区雨水利用工程技术规范》

GB 50400 中 9.05 条的规定编制，式中  $Q_p$  应该根据下游排水系统输水能力确定，排空时间宜取 6h~12h 为经验数据。公式适用于调节峰值流量的雨水调节设施容积计算。

### 3.4.2 规定不同用途调蓄池有效容积的计算。

调蓄池的作用有控制面源污染、防治内涝灾害和提高雨水利用程度三种。

有些城镇地区合流制排水系统溢流污染物或分流制排水系统排放的初期雨水已成为内河的主要污染源，在排水系统排放口附近设置调蓄池，可将污染物浓度较高的溢流污染或初期雨水暂时储存在调蓄池中，待降雨结束后，再将储存的雨污水通过污水管道输送至污水处理厂集中处理，达到控制面源污染、保护水体水质的目的。

将雨水径流的高峰流量暂时储存在调蓄池中，待流量下降后，再从调蓄池中将水排出，以削减洪峰流量，降低下游雨水干管的管径，提高区域的排水标准和防涝能力，减少内涝灾害。

雨水利用工程中，为满足雨水利用的要求而设置调蓄池储存雨水，储存的雨水净化后可综合利用。

《室外排水设计规范》GB 50014 的 4.14.4~4.14.6 条已分别对不同用途雨水调蓄池有效容积的计算做了规定，本规程按照执行。

## 3.5 水质要求

### 3.5.1 规定雨水利用于多用途时的水质标准。

本条中 COD<sub>Cr</sub> 及 SS 指标参照《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400 表 3.2.5 的规定编制，NH<sub>3</sub>-N 及 TP 指标参照《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920 表 1、《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921 表 1 及《城市污水再生利用 工业用水水质》GB/T 19923 表 1 的规定编制。

雨水径流的污染物质及含量同城市污水有很大不同，完全借

用城市污水再生利用标准是不合适的。比如雨水的主要污染物是 COD<sub>Cr</sub> 和 SS，而再生污水水质标准中对 COD<sub>Cr</sub> 均未作要求，城市杂用水水质标准甚至对这两个指标都不控制。因此，本规程规定了雨水利用的主要水质标准。

**3.5.2** 规定直排城市水系的雨水水质应满足《海绵城市建设绩效评价与考核办法》的相关要求。

## 4 规 划

### 4.1 一 般 规 定

**4.1.1** 明确了海绵城市专项规划应统筹海绵城市的建设管理，强调了海绵城市规划成果应纳入城市法定规划，规定了海绵城市专项规划与其他相关专项规划、控制性详细规划、修建性详细规划的关系和编制要求。

**4.1.2** 规定海绵城市专项规划年限及规划范围。

**4.1.3** 规定海绵城市建设因地制宜、问题导向及规划导向原则。老城区以问题为导向，重点解决城市内涝、雨水收集利用、黑臭水体治理等问题；城市新区、各类园区、成片开发区以目标为导向，优先保护自然生态本底，合理控制开发强度。

### 4.2 规 划 内 容

**4.2.1** 规定海绵城市专项规划应满足的要求。

1 海绵城市专项规划包括对城市原有生态系统的保护、恢复修复和低影响开发三个方面，规划首先应最大限度地保护和修复原有的河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等水生态敏感区，在城市开发建设中按照对城市生态环境影响最低的开发建设理念，合理控制开发强度，控制城市不透水面积比例，最大限度地减少对城市原有水生态环境的破坏，维持城市开发前的自然水文特征。

2 控制目标应根据城市降雨、土壤、地形地貌等因素和经济社会发展条件，综合考虑水资源、水环境、水生态、水安全等方面的现状问题和建设需求合理制定，一般包括径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制、雨水资源化利用等，各地应结合水环境现状、水文地质条件等特点，合理选择其中一项或多项目标作为规划控制目标。我省地区差异较大，不同地区气候特征、

土壤地质等天然条件和经济条件差异较大，径流总量控制目标也不同。在雨水资源化利用需求较大、有特殊排水防涝要求的区域，可根据经济发展条件适当提高径流总量控制目标。

本标准对山东省 17 地市的日降雨量统计分析，详见附录 A “山东省设区市多年平均逐月降水量一览表”，分别得到各城市年径流总量控制率及其对应的设计降雨量值关系，详见附录 B “山东省设区市年径流总量控制率对应设计降雨量一览表”。

**3** 因山东省 17 设区市城市气象、水文、地质、地形地貌差别较大，且城市发展存在的问题也各不相同，应当以问题为导向，因地制宜地确定各区市海绵城市规划控制目标。本规程制定了山东省 17 设区市海绵城市主次控制目标一览表，供规划设计参考，详见附录 D “山东省设区市海绵城市主次控制目标一览表”。径流总量控制目标以开发建设后径流排放量接近开发建设前自然地貌时的径流排放量为标准。自然地貌往往按照绿地考虑，一般情况下，绿地的年径流总量外排率为 15%~20%（相当于年雨量径流系数为 0.15~0.20），按照山东省《关于贯彻国办发〔2015〕75 号文件推进海绵城市建设的实施意见》要求，“山东省海绵城市建设的工作目标：各地要通过‘渗、滞、蓄、净、用、排’等措施，将至少 75% 的降雨实现就地消纳和利用，逐步实现小雨不积水、大雨不内涝、水体不黑臭、热岛有缓解的目标。”

**4** 雨水径流的最终出路一般为河流和湖泊等水体，而这些水体的规划、设计、运行和调度往往是以天然形成的流域为单位，不受行政区划限制，应根据自然地形地貌划分雨水的汇水流域分区和排水出路，依据下垫面构成分配区域控制指标，按照不把上游的问题转移到下游控制雨水径流产生的影响，满足控制目标要求。

**5** 针对内涝积水、水体黑臭、河湖水系生态功能受损等问题，按照源头减排、过程控制、系统治理的原则，制定污染控制和河湖水系生态修复等措施，源头减排即通过对雨水的渗透、储

存、调节、转输与截污净化等功能，有效控制径流总量、径流峰值和径流污染；过程控制即城市排水系统，与源头减排系统共同组织雨水径流的收集、转输与排放。内涝治理系统，用来应对超过雨水管渠系统设计标准的雨水径流，一般通过综合选择自然水体、多功能调蓄水体、行泄通道、调蓄池、深层隧道等自然途径或人工设施构建。

**4.2.2** 规定海绵城市控制性详细规划应满足的要求。

**4.2.3** 规定海绵城市修建性详细规划应满足的要求。

## 5 设 计

### 5.1 一 般 规 定

#### 5.1.1 规定海绵城市工程设计遵循原则、落实目标、明确内容。

强调了工程设计应以上层规划为依据，设计应落实规划控制目标及海绵城市工程设施布局内容。规划控制目标一般包括径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制、雨水资源化利用等。对应工程设施主要有广义下沉式绿地、透水铺装、绿色屋面等渗透、储存、调节、转输及截污净化设施。

#### 5.1.5 规定建设项目用地竖向设计要求。

海绵城市工程设计应进行工程场地竖向设计，因地制宜，充分利用区域内的高差关系，保证区域雨水按设计要求排入下沉式绿地、渗井、渗透塘、雨水湿地等海绵城市工程设施内。

5.1.6 为保障城市水环境质量，排水系统接入城市水系前应去除污染物，尤其是初期雨水面源污染与合流管道污水溢流污染，应根据水环境容量要求，经污染物去除设施处理后进入城市水系。

5.1.8 对海绵城市工程设施的安全性提出要求，包括设施所涉及的人身安全和设施维修、使用安全。

海绵城市相关设施，尤其是建筑与小区的海绵城市工程设施，如室外生物滞留设施、渗井、渗透塘等设施都是建在人员活动区域，经常有人员活动，必须有足够的安全措施，同时设施使用和维护需安全措施，在设计中应体现相关内容。

## 5.2 系统与设施

### I 雨水入渗

**5.2.2 雨水入渗设施**，特别是地面下的入渗使深层土壤的含水量人为增加，土壤的受力性能改变，甚至会影响到建筑物的基础。建设雨水渗透设施时，需要对场地的土壤条件进行调查 research，以便正确设置雨水渗透设施，避免对建构筑物产生不利影响。

雨水自然入渗时，地下水会受到土壤保护。土壤的保护作用主要体现在多重的物理、化学、生化的截留和转化。在地下水上方的土壤主要提供的作用有：过滤、吸附、离子交换、沉淀及生化作用等，这些作用主要发生在表层土壤中。含水层中所发生的溶解、稀释作用也不能忽略，这些反应过程会自动调节以适应自然的变化。但这种适应性是有限度的，它会由于水量负荷以及水质负荷长时间超载而受到影响，表层土壤会由于截留大量固体物而降低其渗透性能，部分溶解物质会进入地下水，此要求雨水入渗不应应对地下水造成污染。

非自重湿陷性黄土场地，由于湿陷量小，且基本不受上层覆土自重压力的影响，可以采用土壤入渗的方式，但因大面积水的自重，对非自重湿陷性黄土会产生不利影响。自重湿陷性黄土在受到水浸湿并在一定压力下土体结构迅速破坏，产生显著附加下沉。

高含盐量土壤中水增多时会产生盐结晶，因此建设用地中发生上层滞水，使地下水位上升，会造成管沟进水、墙体裂缝等危害。

**5.2.7 规定透水铺装设置要求。**

透水铺装按照面层材料不同可分为透水砖铺装、透水水泥混凝土铺装和透水沥青混凝土铺装，嵌草砖、园林铺装中的鹅卵石、碎石铺装等也属于渗透铺装。透水铺装结构应符合《透水砖

路面技术规程》CJJ/T 188、《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190 和《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135 的规定。

透水面层、透水垫层应有足够的孔隙率，用于暂存雨水，因为降水较为集中，历时较短，雨水入渗主要取决于土壤的渗透能力，同样历时内土壤的渗透量远小于降雨量，多余的雨水会存储在渗透层的孔隙内，由土壤层缓慢渗透，不设渗透垫层或不规范设置均影响渗透效果。

**5.2.8** 当不透水面的面积与有效渗水面积的比值大于 15 时可采用渗透塘。这就要求设施底部的渗透性能要好，一般要求其渗透系数  $K$  不小于  $10^{-5}$  m/s，当渗透系数太小时会延长其渗水时间。

渗排一体化系统是兼有雨水输送及雨水下渗功能的设施，雨水在渗排系统中排出的过程中有一部分下渗至地下。当渗排一体化系统代替排水管道使用时，其排水流量、水力坡度及下游管道高程关系等均应满足《室外排水设计规范》GB 50014 的要求。

渗管/渠汇集的雨水通过渗管进入四周的砾石层，砾石层具有一定的蓄水调节作用，然后进一步向四周土壤渗透。相对渗透塘而言，渗管/渠占地较少，便于在城区及生活小区设置。

## II 径流污染控制

**5.2.11** 规定生物滞留设施设置要求。

生物滞留设施的做法主要参考车伍、李俊奇编写的《城市雨水利用技术与管理》。对于污染较严重的区域，需在生物滞留设施前加预处理设施，如植被浅沟、前池等拦截大颗粒并减小流速，生物滞留设施可设置在建筑物周边绿地中直接接纳屋面雨水；也可设置在道路绿化隔离带中，车行道及人行道雨水可通过路缘石开口直接流入。生物滞留设施的溢流设施一般为雨水口，并设有一定的超高。为达到较高的出水水质要求，在生物滞留设施中可适当增加种植土层、砂层及砾石层厚度，也可在设施中种植对污染物净化能力好的植物。当渗水时对周边建构筑物存在不

利影响，如位于不透水道路两侧的生物滞留带，应采用防渗膜进行防渗处理，此时下部应设穿孔排水管。

#### **5.2.12 规定雨水湿地设置要求。**

雨水湿地利用物理、水生植物及微生物等作用净化雨水，是一种高效的径流污染控制设施。通常，雨水湿地常与湿塘合建并设计一定的调蓄容积。雨水湿地与湿塘的构造相似，一般由进水口、前置塘、沼泽区、出水池、溢流水口、护坡及驳岸、维护通道等构成。具体设计可参照《人工湿地污水处理技术导则》RISN-TG 006 的规定执行。

#### **5.2.13 规定湿式植草沟设置要求。**

植草沟分为转输植草沟、干式植草沟、湿式植草沟，其中湿式植草沟具有净化雨水的功能，但也可能产生异味及蚊蝇等卫生问题，不宜靠近建筑。

### **III 收集利用**

**5.2.16** 管网的供水曲线在设计阶段无法确定时，清水池容积一般按经验确定。条文中的数字 25%~35%，是借鉴现行国家标准《建筑中水设计规范》GB 50336 中 7.1.6 条的规定。当需要消毒时，消毒接触时间按《室外给水设计规范》GB 50013 中 9.8.5 条的规定执行。

### **IV 调蓄排放**

#### **5.2.25 关于控制径流污染的调蓄池出水的规定。**

降雨停止后，控制径流污染的调蓄池出水一般接入下游污水管道输送到污水处理厂处理后排放。当下游污水系统在旱季时就已达到满负荷运行或下游污水系统的容量不能满足调蓄池放空速度的要求时，应将调蓄池出水就地处理后排放。国内外常用的处理装置包括格栅、旋流分流器、混凝沉淀池、砂滤池等，处理排放标准应考虑受纳水体的环境容量后确定。

**5.2.26** 绿地和广场等公共设施是城市居民活动的场所，当其作

为雨水调蓄设施使用时，应充分保证安全性，设置警示牌，避免危害人身安全。

### 5.3 建筑与小区

#### I 一般规定

**5.3.3** 绿色屋面是海绵城市理念在建筑设计上的重要体现。建筑设计在充分考虑建筑荷载、植物物种与当地气候条件等前提下，宜采用绿色屋面。无条件设置时，可以利用屋面排水系统，将雨水收集排放至建筑周边的下沉绿地、高位花坛等设施，屋面雨水一般水质较好，经相应处理后可以下渗补充地下水或回收利用。

**5.3.4** 小区道路一般应比周边的下沉绿地、植草沟、雨水花园等设施高出 100mm~200mm，便于雨水汇入上述设施。

**5.3.5** 小区绿地在消纳海绵城市建设指标上发挥了重要的作用。绿地的竖向设计对保证周边雨水能够汇入是至关重要的。绿地内设施规模应根据规划指标的要求计算确定。绿地内应设雨水溢流设施与城市排水系统相连，保证超标降雨情况下的安全。

**5.3.6** 建筑与小区海绵城市工程设计应优先利用下沉绿地、透水铺装等措施，再辅以雨水桶、雨水花园、蓄水池等调蓄及污染控制设施，并结合景观设计，借助景观水体的调蓄净化作用，完成规划控制指标。

**5.3.7** 下渗雨水不能污染地下水和土壤。工业区由于产品及生产工艺不同，雨水径流水质成分较为复杂，有些可能含有重金属等有毒物质，不应下渗，应采取截留的方式将其收集并处理。

#### II 设计流程

**5.3.8** 新建小区根据上位规划，通过多次试算，调整设施布局及规模，以落实规划指标为目标。改造小区应因地制宜，充分所取建设单位意见，在保证工程可实施性的基础上尽量满足规划控

制目标要求。

### III 工 程 设 计

#### 5.3.10 规定小区道路与广场海绵城市工程设计要求。

1 关于小区道路与广场采用的设施的总体论述。一般采用透水铺装、下沉绿地等设施,针对传统的排水系统,改造为渗透管沟系统、环保雨水口等方式,达到在源头控制径流量和面源污染量的目的。

2 关于小区内道路和广场透水铺装的要求。本规程推荐在不经常过车的区域采用透水材料,促进雨水下渗,减少雨水径流量。

3 关于道路和广场与周边下沉绿地的竖向高程要求。针对纵坡较大的道路,其配套的下沉绿地应有挡水堰或坎,保证雨水存储量。

#### 5.3.11 规定小区绿地设计要求。

1 传统绿化设计,绿化带一般高于周边区域,仅能收集其自身区域的雨水,通过将其下沉,周边雨水可以汇入绿化带内,充分下渗后,再溢流至雨水管渠系统。

2 植草沟可以作为雨水输送设施,也具有一定的雨水净化功能。

#### 5.3.12 规定建筑与小区雨水收集设施设计要求。

1 传统雨水设计的理念是尽快收集雨水并排放,海绵城市建设理念是在源头上先让雨水充分下渗,并增加雨水收集的集水时间,减少雨水外排总量及峰值流量。

5.3.13 优先采用天然洼地、池塘、景观水体等设施作为雨水调蓄设施,当天然条件不满足的,可建造室外地理式塑料模块蓄水池、硅砂砌块水池、混凝土水池等设施。调蓄规模应根据降水规律、水面蒸发量、径流控制率、雨水利用量等,通过全年水量平衡分析确定。

## 5.4 城市道路

### I 一般规定

**5.4.4** 规定城市不同等级道路、不同位置透水铺装设置要求。

透水路面的主要原理是由多层与外部空气相连通的多孔结构形成骨架的路面，其多孔构造具有良好的透水作用。城市快速路及主干路的机动车交通量较大，污染较严重，产生冻融等病害将会严重影响行车安全，造成地下水污染，故对机动车交通量较大的城市道路，不推荐采用透水路面；交通量较小的机动车道可采用透水路面来提高对自然降水的控制；其他轻型荷载道路，包括非机动车道、人行道、广场等，推荐采用透水路面。

**5.4.5** 相应措施指采用半透水路面结构。城市道路一般采用不透水或半透水路面结构，在自重湿陷性黄土、膨胀土和高含盐土等不良地质条件区域，可采用半透水路面结构及相应措施。

### II 设计流程

**5.4.6** 新建城市道路与广场一般应根据上位规划，通过不断试算和调整设施布局和规模，落实规划指标。改造道路应因地制宜，问题导向，充分听取建设单位意见，在保证工程可实施性的基础上尽量满足规划控制目标要求。

### III 工程设计

**5.4.8** 当道路纵坡过大，雨水径流顺道路纵向流速过快，影响雨水收集设施的收水效果，受地形限制纵坡较大时，应加密雨水收集设施；当道路纵坡大于 2% 时，生物滞留带的调蓄容积受影响较大，为满足对雨水径流总量的控制，设置挡水堰/台坎，增加蓄存容积。

**5.4.10** 目前透水路面一般分为透水沥青路面、透水水泥混凝土路面、透水砖路面三种，均有各自的技术规程，设计时可参考执

行。植草砖铺装一般用于停车场。

**5.4.11** 收水设施设计主要是指将雨水径流引入生物滞留带，可结合工程特点灵活设计。消力材料有碎石、卵石等，滤料可选择碎石、砂砾、矿渣、煤渣等。

## 5.6 城市水系

### I 一般规定

**5.6.1** 根据海绵城市建设中城市水系保护和利用面临的主要问题，提出了城市水系设计的内容要求。

**5.6.2** 城市水系设计应根据其功能定位、水体现状、岸线利用现状及滨水区现状等，进行合理保护、利用和改造，在满足水系防洪安全等功能条件下，实现相关规划提出的海绵城市建设控制目标及指标要求，并与城市雨水管渠系统和内涝治理系统有效衔接。

**5.6.4** 硬化河道阻止河水下渗，破坏地下水补给，使城市缺水问题更趋严重；同时硬化的河道没有泥层，水中难以生长具有净水功能的植物、微生物、鱼和其他水生生物，河水失去自净能力，水质会越来越差。因此在河道设计中，宜采用透水河床及驳岸，提高河水下渗能力，同时改善水体底质，构建适宜生物栖息及繁殖的生境条件。但在河道设计中，应结合河道设计流量、设计流速等要素，综合设计河床结构，避免河床冲刷变形。

**5.6.5** 植被缓冲带为坡度较缓的植被区，经植被拦截及土壤下渗作用减缓地表径流流速，并去除径流中的部分污染物。与城市水系相邻的道路应在水系与道路间设置植被缓冲带，对雨水径流进行净化处理。

**5.6.6** 城市水系一般具备较好的蓄水条件，宜设置拦蓄设施提高雨水调蓄能力及河道入渗雨水量，但应满足以下几点：

- 1) 应重新进行水系的防洪除涝水力计算，满足其防洪除涝的基本功能；

- 2) 当设置雨水调蓄池削减峰值流量时,应符合《室外排水设计规范》GB 50014 关于雨水调蓄池的相关规定;
- 3) 有条件的地区,宜通过模型计算确定调蓄容积。

## II 设计流程

**5.6.7** 本条为一般性设计流程,对于有特殊要求的水系设计,应结合当地自然条件、养护管理水平等因素具体分析。

## III 工程设计

**5.6.8** 滨水带是介于陆地以及水体的中间地带,对于土壤保育、生物多样性保持具有十分重要的意义,设计中应结合工程条件、水文特点、水体功能等因素合理确定其功能及设计形式。

1 滨水带绿地是雨水进入水系前面源污染控制的最后一道防线,宜结合景观环境和工程地质等条件选择植被缓冲带、湿塘、雨水湿地等工程设施消减雨水径流、增加雨水调蓄及控制污染负荷。在以往的城市建设中,城市水系蓝线及绿线被占压的情况较为严重,因此应结合水系工程建设,尽量恢复水系蓝线及绿线。

2 滨水带一般为开放性、公共活动多、功能复杂的空间,是适宜市民休憩、健身的场所,常采用游步道等形式保证市民通达。道路、广场等地面应采用透水性材料,保持土壤湿度,改善植被和土壤微生物的生存条件。滨水带内的建筑宜采用绿色屋面等绿色建筑措施。

**5.6.10** 规定驳岸设计应满足的要求。

1 生态河道治理宜尽量保留河道天然的形态及断面,控制截弯取直及形式单一化。

2 生态河道的护岸宜根据河道的功能需要刚柔结合、因地制宜,护岸材料在满足强度要求的情况下,选取具有较好透水性、有利于水体交换、适宜动植物生长的生态亲和性较佳的材料,优先选取当地天然材料。

**5.6.11** 规定水体设计应满足的要求。

**1** 水体设计应符合规划确定的区域海绵城市建设控制目标，包括雨水年径流总量控制、污染物削减、洪峰值削减等目标，并综合景观、航运等其他目标进行设计。其中雨水蓄水容积设计可参考《海绵城市建设技术指南》中给出的计算方法，调蓄设施有效调节容积设计应符合《室外排水设计规范》GB 50014 关于雨水调蓄池的相关规定。

**2** 规定自然水体缓冲区的设置要求。

自然水体缓冲区包括植被缓冲带、湿塘、雨水湿地、渗透塘等。根据区域排水量、污染控制目标，确定缓冲区的面积、容积；根据上游排入口标高、下游水体水位，明确缓冲区水域竖向标高。