

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50400 - 2006

---

# 建筑与小区雨水利用工程技术规范

Engineering technical code for rain utilization  
in building and sub-district

2006-09-26 发布

2007-04-01 实施

---

中华人民共和国建设部 联合发布  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

**中华人民共和国国家标准**

**建筑与小区雨水利用工程技术规范**

Engineering technical code for rain utilization in building and sub-district

**GB 50400 - 2006**

主编部门：中华人民共和国建设部

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：2007年4月1日

中国建筑工业出版社

2006 北京

# 中华人民共和国建设部 公 告

第 485 号

---

## 建设部关于发布国家标准 《建筑与小区雨水利用工程技术规范》的公告

现批准《建筑与小区雨水利用工程技术规范》为国家标准，编号为 GB 50400 - 2006，自 2007 年 4 月 1 日起实施。其中，第 1.0.6、7.3.1、7.3.3、7.3.9 条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国建设部

2006 年 9 月 26 日

# 前 言

本规范是根据建设部建标函〔2005〕84号“关于印发《2005年度工程建设标准制订、修订计划（第一批）》的通知”要求，由中国建筑设计研究院主编，北京泰宁科创科技有限公司等单位参编。规范总结了近年来建筑与小区雨水利用工程的设计经验，并参考国内外相关应用研究，广泛征求意见，制定了本规范。

本规范共分12章，内容包括总则、术语、符号、水量与水质、雨水利用系统设置、雨水收集、雨水入渗、雨水储存与回用、水质处理、调蓄排放、施工安装、工程验收、运行管理。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由建设部管理和对强制性条文的解释，由中国建筑设计研究院负责具体技术内容解释。在执行本规范过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，并将意见和建议寄送中国建筑设计研究院（北京市西城区车公庄大街19号，邮编：100044）。

本规范主编单位：中国建筑设计研究院

本规范参编单位：北京泰宁科创科技有限公司

北京市水利科学研究所

中国中元兴华工程公司

解放军总后勤部建筑设计研究院

北京建筑工程学院

山东建筑大学

北京工业大学

中国工程建设标准化协会

中国建筑西北设计研究院

大连市建筑设计研究院

深圳华森建筑与工程设计顾问有限公司  
积水化学工业株式会社北京代表处  
北京恒动科技开发有限公司

本规范主要起草人：赵世明 赵 锂 王耀堂 杨 澎  
刘 鹏 朱跃云 徐忠辉 孙 瑛  
徐志通 陈建刚 黄晓家 王冠军  
汪慧贞 孟德良 张永祥 李桂枝  
周锡全 王 研 王可为 周克晶  
陈玉芳 张书函 田 浩 陈 雷

# 目 次

1	总则 .....	1
2	术语、符号 .....	2
2.1	术语 .....	2
2.2	符号 .....	4
3	水量与水质 .....	7
3.1	降雨量和雨水水质 .....	7
3.2	用水定额和水质 .....	7
4	雨水利用系统设置 .....	9
4.1	一般规定 .....	9
4.2	雨水径流计算 .....	10
4.3	系统选型 .....	12
5	雨水收集 .....	14
5.1	一般规定 .....	14
5.2	屋面集水沟 .....	14
5.3	半有压屋面雨水收集系统 .....	17
5.4	虹吸式屋面雨水收集系统 .....	19
5.5	硬化地面雨水收集 .....	21
5.6	雨水弃流 .....	21
5.7	雨水排除 .....	23
6	雨水入渗 .....	24
6.1	一般规定 .....	24
6.2	渗透设施 .....	25
6.3	渗透设施计算 .....	27
7	雨水储存与回用 .....	30
7.1	一般规定 .....	30

7.2	储存设施	31
7.3	雨水供水系统	32
7.4	系统控制	33
8	水质处理	34
8.1	处理工艺	34
8.2	处理设施	34
8.3	雨水处理站	35
9	调蓄排放	36
10	施工安装	37
10.1	一般规定	37
10.2	埋地渗透设施	37
10.3	透水地面	38
10.4	管道敷设	39
10.5	设备安装	40
11	工程验收	41
11.1	管道水压试验	41
11.2	验收	41
12	运行管理	43
附录 A	全国各大城市降雨量资料	45
附录 B	深度系数和形状系数	50
	本规范用词说明	51
	附：条文说明	53

# 1 总 则

**1.0.1** 为实现雨水资源化，节约用水，修复水环境与生态环境，减轻城市洪涝，使建筑与小区雨水利用工程做到技术先进、经济合理、安全可靠，制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于民用建筑、工业建筑与小区雨水利用工程的规划、设计、施工、验收、管理与维护。本规范不适用于雨水作为生活饮用水水源的雨水利用工程。

**1.0.3** 雨水资源应根据当地的水资源情况和经济发展水平合理利用。

**1.0.4** 有特殊污染源的建筑与小区，其雨水利用工程应经专题论证。

**1.0.5** 设置雨水利用系统的建筑物和小区，其规划和设计阶段应包括雨水利用的内容。雨水利用设施应与项目主体工程同时设计、同时施工，同时使用。

**1.0.6** 严禁回用雨水进入生活饮用水给水系统。

**1.0.7** 雨水利用工程应采取确保人身安全、使用及维修安全的措施。

**1.0.8** 雨水利用工程设计中，相关的室外总平面设计、园林景观设计、建筑设计、给水排水设计等专业应密切配合，相互协调。

**1.0.9** 建筑与小区雨水利用工程设计、施工、验收、管理与维护，除执行本规范外，尚应符合国家现行相关标准、规范的规定。

## 2 术语、符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 雨水利用 rain utilization

雨水入渗、收集回用、调蓄排放等的总称。

#### 2.1.2 下垫面 underlying surface

降雨受水面的总称。包括屋面、地面、水面等。

#### 2.1.3 土壤渗透系数 permeability coefficient of soil

单位水力坡度下水的稳定渗透速度。

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

形成高峰流量的历时内产生的径流量与降雨量之比。

#### 2.1.5 雨量径流系数 pluviometric runoff coefficient

设定时间内降雨产生的径流总量与总雨量之比。

#### 2.1.6 硬化地面 impervious surface

通过人工行为使自然地面硬化形成的不透水或弱透水地面。

#### 2.1.7 天沟 gutter

屋面上两侧收集雨水用于引导屋面雨水径流的集水沟。

#### 2.1.8 边沟 brim gutter

屋面上单侧收集雨水用于引导屋面雨水径流的集水沟。

#### 2.1.9 檐沟 eaves gutter

屋檐边沿沟长单边收集雨水且溢流雨水能沿沟边溢流到室外的集水沟。

#### 2.1.10 长沟 long gutter

集水长度大于 50 倍设计水深的屋面集水沟。

#### 2.1.11 短沟 short gutter

集水长度等于或小于 50 倍设计水深的屋面集水沟。

#### 2.1.12 集水沟集水长度 gutter drainage length

从集水沟内分水点到雨水斗的沟长。

**2.1.13 半有压式屋面雨水收集系统 gravity-pressure roof rainwater collect system**

系统设计流态为无压流和有压流之间的过渡流态的屋面雨水收集系统。

**2.1.14 虹吸式屋面雨水收集系统 siphonic roof rainwater collect system**

系统设计流态为水一相有压流的屋面雨水收集系统。

**2.1.15 初期径流 initial runoff**

一场降雨初期产生一定厚度的降雨径流。

**2.1.16 弃流设施 initial rainwater removal equipment**

利用降雨厚度、雨水径流厚度控制初期径流排放量的设施。有自控弃流装置、渗透弃流装置、弃流池等。

**2.1.17 渗透弃流井 infiltration-removal well**

具有一定储存容积和过滤截污功能，将初期径流渗透至地下的成品装置。

**2.1.18 雨停监测装置 monitor of rain-stop**

利用雨量法或流量法来监测降雨停止的成品装置。

**2.1.19 渗透设施 infiltration equipment**

使雨水分散并被渗透到地下的人工设施。

**2.1.20 储存-渗透设施 detention-infiltration equipment**

储存雨水径流量并进行渗透的设施，包括渗透管沟、入渗池、入渗井等。

**2.1.21 入渗池 infiltration pool**

雨水通过侧壁和池底进行入渗的封闭水池。

**2.1.22 入渗井 infiltration well**

雨水通过侧壁和井底进行入渗的设施。

**2.1.23 渗透管-排放系统 infiltration-drainage pipe system**

采用渗透检查井、渗透管将雨水有组织地渗入地下，超过渗透设计标准的雨水由管沟排放的系统。

### 2.1.24 渗透雨水口 infiltration rainwater inlet

具有渗透、截污、集水功能的一体式成品集水口。

### 2.1.25 渗透检查井 infiltration manhole

具有渗透功能和一定沉砂容积的管道检查维护装置。

### 2.1.26 集水渗透检查井 collect-infiltration manhole

具有收集、渗透功能和一定沉砂容积的管道检查维护装置。

### 2.1.27 雨水储存设施 rainwater storage equipment

储存未经处理的雨水的设施。

### 2.1.28 调蓄排放设施 detention and controlled drainage equipment

储存一定时间的雨水，削减向下游排放的雨水洪峰径流量、延长排放时间的设施。

## 2.2 符 号

### 2.2.1 流量、水量、流速

$W$ ——雨水设计径流总量；

$Q$ ——雨水设计流量；

$q$ ——设计暴雨强度；

$q_{dg}$ ——水平短沟的设计排水量；

$q_{lg}$ ——水平长沟的设计排水量；

$v$ ——管内流速；

$g$ ——重力加速度；

$W_i$ ——设计初期径流弃流量；

$W_s$ ——渗透量；

$W_p$ ——产流历时内的蓄积水量；

$W_c$ ——渗透设施进水量；

$q_c$ ——渗透设施产流历时对应的暴雨强度；

$Q_y$ ——设施处理能力；

$W_y$ ——经过水量平衡计算后的日用雨水量；

$Q'$ ——设计排水流量。

### 2.2.2 水头损失、几何特征

$h_y$ ——设计降雨厚度；  
 $F$ ——汇水面积；  
 $P$ ——设计重现期；  
 $A_z$ ——沟的有效断面面积；  
 $h_f$ ——管道沿程阻力损失；  
 $l$ ——管道长度；  
 $d$ ——管道内径；  
 $\delta$ ——初期径流厚度；  
 $A_s$ ——有效渗透面积；  
 $F_y$ ——渗透设施受纳的集水面积；  
 $F_0$ ——渗透设施的直接受水面积；  
 $V_s$ ——渗透设施的储存容积；  
 $n_k$ ——填料的孔隙率；  
 $V$ ——调蓄池容积。

### 2.2.3 计算系数及其他

$\psi_c$ ——雨量径流系数；  
 $\psi_m$ ——流量径流系数；  
 $A、b、c、n$ ——当地降雨参数；  
 $m$ ——折减系数；  
 $k_{dg}$ ——安全系数；  
 $k_{df}$ ——断面系数；  
 $S_x$ ——深度系数；  
 $X_x$ ——形状系数；  
 $L_x$ ——长沟容量系数；  
 $\lambda$ ——管道沿程阻力损失系数；  
 $\Delta$ ——管道当量粗糙高度；  
 $Re$ ——雷诺数；  
 $\alpha$ ——综合安全系数；  
 $K$ ——土壤渗透系数；  
 $J$ ——水力坡降。

#### 2.2.4 时间

- $t$ ——降雨历时；
- $t_1$ ——汇水面汇水时间；
- $t_2$ ——管渠内雨水流行时间；
- $t_s$ ——渗透时间；
- $t_c$ ——渗透设施产流历时；
- $T$ ——雨水处理设施的日运行时间；
- $t_m$ ——调蓄池蓄水历时；
- $t'$ ——排空时间。

## 3 水量与水质

### 3.1 降雨量和雨水水质

3.1.1 降雨量应根据当地近期 10 年以上降雨量资料确定。当资料缺乏时可参考附录 A。

3.1.2 雨水水质应以实测资料为准。屋面雨水经初期径流弃流后的水质，无实测资料时可采用如下经验值： $\text{COD}_{\text{Cr}}$  70~100mg/L；SS 20~40mg/L；色度 10~40 度。

### 3.2 用水定额和水质

3.2.1 绿化、道路及广场浇洒、车库地面冲洗、车辆冲洗、循环冷却水补水等各项最高日用水量按照现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中的有关规定执行。

3.2.2 景观水体补水量根据当地水面蒸发量和水体渗透量综合确定。

3.2.3 最高日冲厕用水定额按照现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中的最高日用水量定额及表 3.2.3 中规定的百分率计算确定。

表 3.2.3 各类建筑物冲厕用水占日用水量定额的百分率（单位：%）

项目	住宅	宾馆、饭店	办公楼、教学楼	公共浴室	餐饮业、营业餐厅
冲厕	21	10~14	60~66	2~5	5~6.7

3.2.4 器具给水额定流量按照现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中的有关规定执行。

3.2.5 处理后的雨水水质根据用途确定， $\text{COD}_{\text{Cr}}$  和 SS 指标应满足表 3.2.5 的规定，其余指标应符合国家现行相关标准的规定。

表 3.2.5 雨水处理后 COD<sub>Cr</sub> 和 SS 指标

项目指标	循环冷却系统补水	观赏性水景	娱乐性水景	绿化	车辆冲洗	道路浇洒	冲厕
COD <sub>Cr</sub> (mg/L) ≤	30	30	20	30	30	30	30
SS (mg/L) ≤	5	10	5	10	5	10	10

3.2.6 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。

## 4 雨水利用系统设置

### 4.1 一般规定

4.1.1 雨水利用应采用雨水入渗系统、收集回用系统、调蓄排放系统之一或其组合，并满足如下要求：

- 1 雨水入渗系统宜设雨水收集、入渗等设施；
- 2 收集回用系统应设雨水收集、储存、处理和回用水管网等设施；
- 3 调蓄排放系统应设雨水收集、储存设施和排放管道等设施。

4.1.2 雨水入渗场所应有详细的地质勘察资料，地质勘察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。

4.1.3 雨水入渗系统的土壤渗透系数宜为  $10^{-6} \sim 10^{-3} \text{m/s}$ ，且渗透面距地下水位大于 1.0m；收集回用系统宜用于年均降雨量大于 400mm 的地区；调蓄排放系统宜用于有防洪排涝要求的场所。

4.1.4 下列场所不得采用雨水入渗系统：

- 1 防止陡坡坍塌、滑坡灾害的危险场所；
- 2 对居住环境以及自然环境造成危害的场所；
- 3 自重湿陷性黄土、膨胀土和高含盐土等特殊土壤地质场所。

4.1.5 雨水利用系统的规模应满足建设用地外排雨水设计流量不大于开发建设前的水平或规定的值，设计重现期不得小于 1 年，宜按 2 年确定。

4.1.6 设有雨水利用系统的建设用地，应设有雨水外排措施。

4.1.7 雨水利用系统不应对土壤环境、植物的生长、地下含水

层的水质、室内环境卫生等造成危害。

**4.1.8** 回用供水管网中低水质标准水不得进入高水质标准水系统。

## 4.2 雨水径流计算

**4.2.1** 雨水设计径流总量和设计流量的计算应符合下列要求：

1 雨水设计径流总量应按下列公式计算：

$$W = 10\psi_c h_y F \quad (4.2.1-1)$$

式中  $W$ ——雨水设计径流总量 ( $m^3$ )；

$\psi_c$ ——雨量径流系数；

$h_y$ ——设计降雨厚度 ( $mm$ )；

$F$ ——汇水面积 ( $hm^2$ )。

2 雨水设计流量应按下列公式计算：

$$Q = \psi_m q F \quad (4.2.1-2)$$

式中  $Q$ ——雨水设计流量 ( $L/s$ )；

$\psi_m$ ——流量径流系数；

$q$ ——设计暴雨强度 [ $L/(s \cdot hm^2)$ ]。

**4.2.2** 径流系数应按下列要求确定：

1 雨量径流系数和流量径流系数宜按表 4.2.2 采用，汇水面积的平均径流系数应按下垫面种类加权平均计算；

2 建设用地雨水外排管渠流量径流系数宜按扣损法经计算确定，资料不足时可采用 0.25~0.4。

表 4.2.2 径流系数

下垫面种类	雨量径流系数 $\psi_c$	流量径流系数 $\psi_m$
硬屋面、未铺石子的平屋面、沥青屋面	0.8~0.9	1
铺石子的平屋面	0.6~0.7	0.8
绿化屋面	0.3~0.4	0.4
混凝土和沥青路面	0.8~0.9	0.9

续表 4.2.2

下垫面种类	雨量径流系数 $\psi_c$	流量径流系数 $\psi_m$
块石等铺砌路面	0.5~0.6	0.7
干砌砖、石及碎石路面	0.4	0.5
非铺砌的土路面	0.3	0.4
绿地	0.15	0.25
水面	1	1
地下建筑覆土绿地 (覆土厚度 $\geq 500\text{mm}$ )	0.15	0.25
地下建筑覆土绿地 (覆土厚度 $< 500\text{mm}$ )	0.3~0.4	0.4

**4.2.3** 设计降雨厚度应按本规范第 3.1.1 条的规定确定,设计重现期和降雨历时应根据本规范各雨水利用设施条款中具体规定的标准确定。

**4.2.4** 汇水面积应按汇水面水平投影面积计算。计算屋面雨水收集系统的流量时,还应满足下列要求:

1 高出汇水面积有侧墙时,应附加侧墙的汇水面积,计算方法按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的相关规定执行。

2 球形、抛物线形或斜坡较大的汇水面,其汇水面积应附加汇水面竖向投影面积的 50%。

**4.2.5** 设计暴雨强度应按下式计算:

$$q = \frac{167A(1 + c \lg P)}{(t + b)^n} \quad (4.2.5)$$

式中  $P$ ——设计重现期 (a);

$t$ ——降雨历时 (min);

$A$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $n$ ——当地降雨参数。

注:当采用天沟集水且沟沿溢水会流入室内时,暴雨强度应乘以 1.5 的系数。

**4.2.6** 设计重现期的确定应符合下列规定:

1 向各类雨水利用设施输水或集水的管渠设计重现期,应

不小于该类设施的雨水利用设计重现期。

2 屋面雨水收集系统设计重现期不宜小于表 4.2.6-1 中规定的数值。

表 4.2.6-1 屋面降雨设计重现期

建筑类型	设计重现期 (a)
采用外檐沟排水的建筑	1~2
一般性建筑物	2~5
重要公共建筑	10

注：表中设计重现期，半有压流系统可取低限值，虹吸式系统宜取高限值。

3 建设用地雨水外排管渠的设计重现期，应大于雨水利用设施的雨量设计重现期，并不宜小于表 4.2.6-2 中规定的数值。

表 4.2.6-2 各类用地设计重现期

汇水区域名称	设计重现期 (a)
车站、码头、机场等	2~5
民用公共建筑、居住区和工业区	1~3

4.2.7 设计降雨历时的计算，应符合下列规定：

1 室外雨水管渠的设计降雨历时应按下列式计算：

$$t = t_1 + mt_2 \quad (4.2.7)$$

式中  $t_1$ ——汇水面汇水时间 (min)，视距离长短、地形坡度和地面铺盖情况而定，一般采用 5~10min；

$m$ ——折减系数，取  $m=1$ ，计算外排管渠时按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定取用；

$t_2$ ——管渠内雨水流行时间 (min)。

2 屋面雨水收集系统的设计降雨历时按屋面汇水时间计算，一般取 5min。

### 4.3 系统选型

4.3.1 雨水利用系统的型式、各个系统负担的雨水量，应根据

工程项目具体特点经技术经济比较后确定。

**4.3.2** 地面雨水宜采用雨水入渗。

**4.3.3** 降落在景观水体上的雨水应就地储存。

**4.3.4** 屋面雨水可采用雨水入渗、收集回用或二者相结合的方式，具体利用方式应根据下列因素综合确定：

- 1 当地缺水情况；
- 2 室外土壤的入渗能力；
- 3 雨水的需求量和水质要求；
- 4 杂用水量 and 降雨量季节变化的吻合程度；
- 5 经济合理性。

**4.3.5** 小区内设有景观水体时，屋面雨水宜优先考虑用于景观水体补水。室外土壤在承担了室外各种地面的雨水入渗后，其入渗能力仍有足够的余量时，屋面雨水可进行雨水入渗。

**4.3.6** 满足下列条件之一时，屋面雨水宜优先采用收集回用系统：

- 1 降雨量随季节分布较均匀的地区；
- 2 用水量与降雨量季节变化较吻合的建筑与小区。

**4.3.7** 收集回用系统的回用水量或储水能力小于屋面的收集雨量时，屋面雨水的利用可选用回用与入渗相结合的方式。

**4.3.8** 大型屋面的公共建筑或设有有人工水体的项目，屋面雨水宜采用收集回用系统。

**4.3.9** 为削减城市洪峰或要求场地的雨水迅速排干时，宜采用调蓄排放系统。

**4.3.10** 雨水回用用途应根据收集量、回用量、随时间的变化规律以及卫生要求等因素综合考虑确定。雨水可用于下列用途：景观用水、绿化用水、循环冷却系统补水、汽车冲洗用水、路面、地面冲洗用水、冲厕用水、消防用水。

**4.3.11** 建筑或小区中同时设有雨水回用和中水的合用系统时，原水不宜混合，出水可在清水池混合。

## 5 雨水收集

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 屋面表面应采用对雨水无污染或污染较小的材料，不宜采用沥青或沥青油毡。有条件时可采用种植屋面。
- 5.1.2 屋面雨水收集管道的进水口应设置符合国家或行业现行相关标准的雨水斗。
- 5.1.3 屋面雨水系统中设有弃流设施时，弃流设施服务的各雨水斗至该装置的管道长度宜相近。
- 5.1.4 屋面雨水收集系统的设计流量应按本规范第（4.2.1-2）式计算。
- 5.1.5 屋面雨水收集宜采用半有压屋面雨水收集系统；大型屋面宜采用虹吸式屋面雨水收集系统，并应有溢流措施。
- 5.1.6 屋面雨水收集也可采用重力流系统，其设计应满足现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的要求。
- 5.1.7 屋面雨水收集系统和雨水储存设施之间的室外输水管道可按雨水储存设施的降雨重现期计算，若设计重现期比上游管道的小，应在连接点设检查井或溢流设施。埋地输水管上应设检查口或检查井，间距宜为 25~40m。
- 5.1.8 屋面雨水收集系统应独立设置，严禁与建筑污、废水排水连接，严禁在室内设置敞开式检查口或检查井。
- 5.1.9 阳台雨水不应接入屋面雨水立管。
- 5.1.10 除种植屋面外，雨水收集回用系统均应设置弃流设施，雨水入渗收集系统宜设弃流设施。

### 5.2 屋面集水沟

- 5.2.1 屋面集水宜采用集水沟。集水沟断面尺寸和过水能力应

经水力计算确定。

5.2.2 屋面集水沟的深度应包括设计水深和保护高度。

5.2.3 集水沟沟底可水平或可有坡度，坡度小于 0.003 时应具有自由出流的雨水出口。

5.2.4 集水沟的水力计算应按照现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 执行，沟底平坡或坡度不大于 0.003 时，可采用本规范 5.2.5~5.2.10 条规定的经验方法计算。

5.2.5 水平短沟设计排水量可按下式计算：

$$q_{dg} = k_{dg} k_{df} A_z^{1.25} S_x X_x \quad (5.2.5)$$

式中  $q_{dg}$ ——水平短沟的设计排水量 (L/s)；

$k_{dg}$ ——安全系数，取 0.9；

$k_{df}$ ——断面系数，取值见表 5.2.5；

$A_z$ ——沟的有效断面面积 ( $\text{mm}^2$ )，在屋面天沟或边沟中有阻挡物时，有效断面面积应按沟的断面面积减去阻挡物断面面积进行计算；

$S_x$ ——深度系数，见附录 B，半圆形或相似形状的短檐沟  $S_x=1.0$ ；

$X_x$ ——形状系数，见附录 B，半圆形或相似形状的短檐沟  $X_x=1.0$ 。

表 5.2.5 各种沟型的断面系数

沟型	半圆形或相似形状的檐沟	矩形、梯形或相似形状的檐沟	矩形、梯形或相似形状的天沟和边沟
$k_{df}$	$2.78 \times 10^{-5}$	$3.48 \times 10^{-5}$	$3.89 \times 10^{-5}$

5.2.6 水平长沟的设计排水量可按下式计算：

$$q_{cg} = q_{dg} L_x \quad (5.2.6)$$

式中  $q_{cg}$ ——长沟的设计排水量 (L/s)；

$L_x$ ——长沟容量系数，见表 5.2.6。

表 5.2.6 平底或有坡度坡向出水口的长沟容量系数

$\frac{L}{h_d}$	容量系数 $L_x$				
	平底 0~0.3%	坡度 0.4%	坡度 0.6%	坡度 0.8%	坡度 1%
50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
75	0.97	1.02	1.04	1.07	1.09
100	0.93	1.03	1.08	1.13	1.18
125	0.90	1.05	1.12	1.20	1.27
150	0.86	1.07	1.17	1.27	1.37
175	0.83	1.08	1.21	1.33	1.46
200	0.80	1.10	1.25	1.40	1.55
225	0.78	1.10	1.25	1.40	1.55
250	0.77	1.10	1.25	1.40	1.55
275	0.75	1.10	1.25	1.40	1.55
300	0.73	1.10	1.25	1.40	1.55
325	0.72	1.10	1.25	1.40	1.55
350	0.70	1.10	1.25	1.40	1.55
375	0.68	1.10	1.25	1.40	1.55
400	0.67	1.10	1.25	1.40	1.55
425	0.65	1.10	1.25	1.40	1.55
450	0.63	1.10	1.25	1.40	1.55
475	0.62	1.10	1.25	1.40	1.55
500	0.60	1.10	1.25	1.40	1.55

注：L 排水长度 (mm)；

$h_d$  设计水深 (mm)。

5.2.7 当集水沟有大于  $10^\circ$  的转角时，计算的排水能力应乘以折减系数 0.85。

5.2.8 雨水斗应避免布置在集水沟的转折处。

5.2.9 天沟和边沟的坡度小于或等于 0.003 时，按平沟设计。

**5.2.10** 天沟和边沟的最小保护高度不得小于表 5.2.10 中的尺寸。

**表 5.2.10 天沟和边沟的最小保护高度**

含保护高度在内的沟深 $h_z$ (mm)	最小保护高度 (mm)
<85	25
85~250	$0.3h_z$
>250	75

**5.2.11** 天沟和边沟应设置溢流设施。

### 5.3 半有压屋面雨水收集系统

**5.3.1** 雨水斗应采用半有压式雨水斗，其设计流量不应超过表 5.3.1 规定的数值。与立管连接的单个雨水斗宜取高限；多斗悬吊管上距立管最近的斗宜取高限，并以其为基准，其他各斗的数值依次比上个斗递减 10%。

**表 5.3.1 雨水斗的泄流量**

口径 (mm)	75	100	150	200
泄流量 (L/s)	8	12~16	26~36	40~56

**5.3.2** 雨水斗应有格栅，格栅进水孔的有效面积应等于连接管横断面积的 2~2.5 倍。

**5.3.3** 多斗雨水系统的雨水斗宜对立管作对称布置，且不得在立管顶端设置雨水斗。

**5.3.4** 布置雨水斗时，应以伸缩缝或沉降缝作为天沟排水分水线，否则应在该缝两侧各设一个雨水斗。当该两个雨水斗连接在同一悬吊管上时，悬吊管应装伸缩接头，并保证密封。

**5.3.5** 同一悬吊管连接的雨水斗应在同一高度上，且不宜超过 4 个。

**5.3.6** 寒冷地区，雨水斗宜布置在受室内温度影响的屋面及雪水易融化范围的天沟内。雨水立管应布置在室内。

5.3.7 雨水悬吊管长度大于 15m 时应设检查口或带法兰盘的三通管，并便于维修操作，其间距不宜大于 20m。

5.3.8 多斗悬吊管和横干管的敷设坡度不宜小于 0.005，最大排水能力见表 5.3.8-1 和表 5.3.8-2。

表 5.3.8-1 多斗悬吊管（铸铁管、钢管）的最大排水能力 (L/s)

公称直径 DN (mm)	水力坡度 I					
	75	100	150	200	250	300
0.02	3.1	6.6	19.6	42.1	76.3	124.1
0.03	3.8	8.1	23.9	51.6	93.5	152.0
0.04	4.4	9.4	27.7	59.5	108.0	175.5
0.05	4.9	10.5	30.9	66.6	120.2	196.3
0.06	5.3	11.5	33.9	72.9	132.2	215.0
0.07	5.7	12.4	36.6	78.8	142.8	215.0
0.08	6.1	13.3	39.1	84.2	142.8	215.0
0.09	6.5	14.1	41.5	84.2	142.8	215.0
≥0.10	6.9	14.8	41.5	84.2	142.8	215.0

注：表中水力坡度指雨水斗安装面与悬吊管末端之间的几何高差 (m) 加 0.5m 后与悬吊管长度之比。

表 5.3.8-2 多斗悬吊管（塑料管）的最大排水能力 (L/s)

管道外径×壁厚 $D_e(\text{mm}) \times T$ (mm)	水力坡度 I					
	90×3.2	110×3.2	125×3.7	160×4.7	200×5.9	250×7.3
0.02	5.8	10.2	14.3	27.7	50.1	91.0
0.03	7.1	12.5	17.5	33.9	61.4	111.5
0.04	8.1	14.4	20.2	39.1	70.9	128.7
0.05	9.1	16.1	22.6	43.7	79.2	143.9
0.06	10.0	17.7	24.8	47.9	86.8	157.7
0.07	10.8	19.1	26.8	51.8	93.8	170.3

续表 5.3.8-2

管道外径×壁厚 $D_e(\text{mm})\times T(\text{mm})$	90×3.2	110×3.2	125×3.7	160×4.7	200×5.9	250×7.3
水力坡度 $I$						
0.08	11.5	20.4	28.6	55.3	100.2	170.3
0.09	12.2	21.6	30.3	58.7	100.2	170.3
$\geq 0.10$	12.9	22.8	32.0	58.7	100.2	170.3

注：表中水力坡度指雨水斗安装面与悬吊管末端之间的几何高差（m）加 0.5m 后与悬吊管长度之比。

**5.3.9** 雨水立管的最大排水能力见表 5.3.9。建筑高度不大于 12m 时不应超过表中低限值，高层建筑不应超过表中上限值。

表 5.3.9 立管的最大排水流量

公称直径 (mm)	75	100	150	200	250	300
排水流量 (L/s)	10~12	19~25	42~55	75~90	135~155	220~240

**5.3.10** 一个立管所承接的多个雨水斗，其安装高度宜在同一标高层。当雨水立管的设计流量小于最大排水能力时，可将不同高度的雨水斗接入同一立管，但最低雨水斗应在立管底端与最高斗高差的 2/3 以上；多个立管汇集到一个横管时，所有雨水斗中最低斗的高度应大于横管与最高斗高差的 2/3 以上。

**5.3.11** 屋面无溢流措施时，雨水立管不应少于两根。

**5.3.12** 雨水立管的底部应设检查口。

**5.3.13** 雨水管道应采用钢管、不锈钢管、承压塑料管等，其管材和接口的工作压力应大于建筑物高度产生的静水压，且应能承受 0.09MPa 负压。

## 5.4 虹吸式屋面雨水收集系统

**5.4.1** 屋面溢流设施的溢流量应为 50 年重现期的雨水设计流量减去设计重现期的雨水设计流量。

**5.4.2** 不同高度、不同结构形式的屋面宜设置独立的收集系统。

**5.4.3** 雨水斗的设计流量不得超过产品的最大泄流量，雨水斗应水平安装。

**5.4.4** 悬吊管可无坡度敷设，但不得倒坡。

**5.4.5** 收集系统应方便安装、维修，不宜将雨水管放置在结构柱内。

**5.4.6** 收集系统的管道水头损失计算宜采用达西 (Darcy) 公式 (5.4.6-1)，沿程阻力系数宜按柯列勃洛克 (Colebrook-Whites) 公式 (5.4.6-2) 计算：

$$h_f = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} \quad (5.4.6-1)$$

式中  $h_f$ ——管道沿程阻力损失 (m)；

$\lambda$ ——管道沿程阻力损失系数；

$l$ ——管道长度 (m)；

$d$ ——管道内径 (m)；

$v$ ——管内流速 (m/s)；

$g$ ——重力加速度 ( $m/s^2$ )。

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left( \frac{\Delta}{3.7d} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \quad (5.4.6-2)$$

式中  $\Delta$ ——管道当量粗糙高度 (mm)；

$Re$ ——雷诺数。

**5.4.7** 最小管径不应小于 DN40。各种管道流速应满足下列规定：

1 悬吊管设计流速不宜小于 1m/s；

2 立管设计流速不宜小于 2.2m/s；

3 虹吸管道设计流速不宜大于 10m/s；

4 排出口管道的设计流速不宜大于 1.8m/s，否则应采取消能措施。

**5.4.8** 系统从始端雨水斗至排出口过渡段的总水头损失与流出水头之和，不得大于始端雨水斗至排出管终点处的室外地面的几何高差。

**5.4.9** 雨水斗顶面至排出管终点处的室外地面的几何高差，立管管径不大于  $DN75$  时不宜小于  $3m$ ，立管管径大于  $DN75$  时不宜小于  $5m$ 。

**5.4.10** 系统中节点处各汇合支管间的水压差值，不应大于  $0.01MPa$ 。

**5.4.11** 虹吸雨水管道应采用钢管、不锈钢管、承压塑料管等，其管材和接口的工作压力应大于建筑物高度产生的静水压，且应能承受  $0.09MPa$  负压。

**5.4.12** 系统内的最大负压计算值，应根据系统安装场所的气象资料、管道的材质、管道和管件的最大、最小工作压力等确定，但应限于负压  $0.09MPa$  之内。

## **5.5 硬化地面雨水收集**

**5.5.1** 建设用地内平面及竖向设计应考虑地面雨水收集要求，硬化地面雨水应有组织排向收集设施。

**5.5.2** 硬化地面雨水收集系统的雨水流量应按本规范第 (4.2.1-2) 式计算，管道水力计算和设计应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 的相关规定。

**5.5.3** 雨水口宜设在汇水面的低洼处，顶面标高宜低于地面  $10\sim 20mm$ 。

**5.5.4** 雨水口担负的汇水面积不应超过其集水能力，且最大间距不宜超过  $40m$ 。

**5.5.5** 雨水收集宜采用具有拦污截污功能的成品雨水口。

**5.5.6** 雨水收集系统中设有集中式雨水弃流装置时，各雨水口至弃流装置的管道长度宜相近。

## **5.6 雨水弃流**

**5.6.1** 屋面雨水收集系统的弃流装置宜设于室外，当设在室内时，应为密闭形式。雨水弃流池宜靠近雨水蓄水池，当雨水蓄水池设在室外时，弃流池不应设在室内。

**5.6.2** 地面雨水收集系统设置雨水弃流设施时，可集中设置，也可分散设置。

**5.6.3** 虹吸式屋面雨水收集系统宜采用自动控制弃流装置，其他屋面雨水收集系统宜采用渗透弃流装置，地面雨水收集系统宜采用渗透弃流井或弃流池。

**5.6.4** 初期径流弃流量应按照下垫面实测收集雨水的  $COD_{Cr}$ 、SS、色度等污染物浓度确定。当无资料时，屋面弃流可采用 2~3mm 径流厚度，地面弃流可采用 3~5mm 径流厚度。

**5.6.5** 初期径流弃流量按下式计算：

$$W_i = 10 \times \delta \times F \quad (5.6.5)$$

式中  $W_i$ ——设计初期径流弃流量 ( $m^3$ )；

$\delta$ ——初期径流厚度 (mm)。

**5.6.6** 弃流装置及其设置应便于清洗和运行管理。

**5.6.7** 截流的初期径流可排入雨水排水管道或污水管道。当条件允许，也可就地排入绿地。雨水弃流排入污水管道时应确保污水不倒灌回弃流装置内。

**5.6.8** 初期径流弃流池应符合下列规定：

- 1 截流的初期径流雨水宜通过自流排除；
- 2 当弃流雨水采用水泵排水时，池内应设置将弃流雨水与后期雨水隔离开的分隔装置；
- 3 应具有不小于 0.10 的底坡；
- 4 雨水进水口应设置格栅，格栅的设置应便于清理并不得影响雨水进水口通水能力；
- 5 排除初期径流水泵的阀门应设置在弃流池外；
- 6 宜在入口处设置可调节监测连续两场降雨间隔时间的雨停监测装置，并与自动控制系统联动；
- 7 应设有水位监测的措施；
- 8 采用水泵排水的弃流池内应设置搅拌冲洗系统。

**5.6.9** 自动控制弃流装置应符合下列规定：

- 1 电动阀、计量装置宜设在室外，控制箱宜集中设置，并

宜设在室内；

2 应具有自动切换雨水弃流管道和收集管道的功能，并具有控制和调节弃流间隔时间的功能；

3 流量控制式雨水弃流装置的流量计宜设在管径最小的管道上；

4 雨量控制式雨水弃流装置的雨量计应有可靠的保护措施。

**5.6.10 渗透弃流井应符合下列规定：**

1 井体和填料层有效容积之和不宜小于初期径流弃流量；

2 安装位置距建筑物基础不宜小于 3m；

3 渗透排空时间应按本规范第（6.3.1）式计算，且不宜超过 24h。

## 5.7 雨水排除

**5.7.1** 建设用地雨水外排设计流量应按本规范第 4.2 节计算。雨水管道的水力计算和设计应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 的规定。

**5.7.2** 当绿地标高低于道路标高时，雨水口宜设在道路两边的绿地内，其顶面标高应高于绿地 20~50mm。

**5.7.3** 雨水口宜采用平箅式，设置间距不宜大于 40m。

**5.7.4** 渗透管-排放系统替代排水管道系统时，应满足排除雨水流量的要求。

**5.7.5** 透水铺装地面的雨水排水设施宜采用明渠。

## 6 雨水入渗

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 雨水入渗可采用绿地入渗、透水铺装地面入渗、浅沟与洼地入渗、浅沟渗渠组合入渗、渗透管沟、入渗井、入渗池、渗透管-排放系统等方式。

**6.1.2** 雨水渗透设施应保证其周围建筑物及构筑物的正常使用。

**6.1.3** 雨水渗透系统不应给居民的生活造成不便，不应给小区卫生环境产生危害。地面入渗场地上的植物配置应与入渗系统相协调。

非自重湿陷性黄土场地，渗透设施必须设置于建筑物防护距离以外，并不应影响小区道路路基。

**6.1.4** 渗透设施的日渗透能力不宜小于其汇水面上重现期 2 年的日雨水设计径流总量。其中入渗池、井的日入渗能力，不宜小于汇水面上的日雨水设计径流总量的 1/3。雨水设计径流总量按本规范第 (4.2.1-1) 式计算，渗透能力按本规范第 (6.3.1) 式计算。

**6.1.5** 入渗系统应设有储存容积，其有效容积宜能调蓄系统产流历时内的蓄积雨水量，并按本规范第 (6.3.4~6.3.6) 式计算；入渗池、井的有效容积宜能调蓄日雨水设计径流总量。雨水设计重现期应与渗透能力计算中的取值一致。

**6.1.6** 雨水渗透设施选择时宜优先采用绿地、透水铺装地面、渗透管沟、入渗井等入渗方式。

**6.1.7** 雨水入渗应符合下列规定：

1 绿地雨水应就地入渗；

2 人行、非机动车通行的硬质地面、广场等宜采用透水地面；

3 屋面雨水的入渗方式应根据现场条件，经技术经济和环境效益比较确定。

6.1.8 地下建筑顶面与覆土之间设有渗排设施时，地下建筑顶面覆土可作为渗透层。

6.1.9 除地面入渗外，雨水渗透设施距建筑物基础边缘不应小于 3m，并对其他构筑物、管道基础不产生影响。

6.1.10 雨水入渗系统宜设置溢流设施。

6.1.11 小区内路面宜高于路边绿地 50~100mm，并确保雨水顺畅流入绿地。

## 6.2 渗透设施

6.2.1 绿地接纳客地雨水时，应满足下列要求：

- 1 绿地就近接纳雨水径流，也可通过管渠输送至绿地；
- 2 绿地应低于周边地面，并有保证雨水进入绿地的措施；
- 3 绿地植物宜选用耐淹品种。

6.2.2 透水铺装地面应符合下列要求：

1 透水铺装地面应设透水面层、找平层和透水垫层。透水面层可采用透水混凝土、透水面砖、草坪砖等；

2 透水地面面层的渗透系数均应大于  $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$ ，找平层和垫层的渗透系数必须大于面层。透水地面设施的蓄水能力不宜低于重现期为 2 年的 60min 降雨量；

3 面层厚度宜根据不同材料、使用场地确定，孔隙率不宜小于 20%；找平层厚度宜为 20~50mm；透水垫层厚度不宜小于 150mm，孔隙率不应小于 30%；

4 铺装地面应满足相应的承载力要求，北方寒冷地区还应满足抗冻要求。

6.2.3 浅沟与洼地入渗应符合以下要求：

1 地面绿化在满足地面景观要求的前提下，宜设置浅沟或洼地；

- 2 积水深度不宜超过 300mm；

- 3 积水区的进水宜沿沟长多点分散布置，宜采用明沟布水；
  - 4 浅沟宜采用平沟。
- 6.2.4 浅沟渗渠组合渗透设施应符合下列要求：**
- 1 沟底表面的土壤厚度不应小于 100mm，渗透系数不应小于  $1 \times 10^{-5} \text{m/s}$ ；
  - 2 渗渠中的砂层厚度不应小于 100mm，渗透系数不应小于  $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$ ；
  - 3 渗渠中的砾石层厚度不应小于 100mm。
- 6.2.5 渗透管沟的设置应符合下列要求：**
- 1 渗透管沟宜采用穿孔塑料管、无砂混凝土管或排疏管等透水材料。塑料管的开孔率不应小于 15%，无砂混凝土管的孔隙率不应小于 20%。渗透管的管径不应小于 150mm，检查井之间的管道敷设坡度宜采用 0.01~0.02；
  - 2 渗透层宜采用砾石，砾石外层应采用土工布包覆；
  - 3 渗透检查井的间距不应大于渗透管管径的 150 倍。渗透检查井的出水管标高宜高于入水管口标高，但不应高于上游相邻井的出水管口标高。渗透检查井应设 0.3m 沉砂室；
  - 4 渗透管沟不宜设在行车路面下，设在行车路面下时覆土深度不应小于 0.7m；
  - 5 地面雨水进入渗透管前宜设渗透检查井或集水渗透检查井；
  - 6 地面雨水集水宜采用渗透雨水口；
  - 7 在适当的位置设置测试段，长度宜为 2~3m，两端设置止水壁，测试段应设注水孔和水位观察孔。
- 6.2.6 渗透管-排放系统的设置应符合下列要求：**
- 1 设施的末端必须设置检查井和排水管，排水管连接到雨水排水管网；
  - 2 渗透管的管径和敷设坡度应满足地面雨水排放流量的要求，且管径不小于 200mm；
  - 3 检查井出水管口的标高应能确保上游管沟的有效蓄水，

当设置有困难时，则无效管沟容积不计入储水容积；

4 其余要求应满足本规范第 6.2.5 条规定。

6.2.7 入渗池（塘）应符合下列要求：

1 边坡坡度不宜大于 1:3，表面宽度和深度的比例应大于 6:1；

2 植物应在接纳径流之前成型，并且所种植物应既能抗涝又能抗旱，适应洼地内水位变化；

3 应设有确保人身安全的措施。

6.2.8 入渗井应符合下列要求：

1 底部及周边的土壤渗透系数应大于  $5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ；

2 渗透面应设过滤层，井底滤层表面距地下水位的距离不应小于 1.5m。

6.2.9 埋地入渗池应符合下列要求：

1 底部及周边的土壤渗透系数应大于  $5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ；

2 强度应满足相应地面承载力的要求；

3 外层应采用土工布或性能相同的材料包覆；

4 当设有人孔时，应采用双层井盖。

6.2.10 透水土工布宜选用无纺土工织物，单位面积质量宜为  $100 \sim 300 \text{ g/m}^2$ ，渗透性能应大于所包覆渗透设施的最大渗水要求，应满足保土性、透水性和防堵性的要求。

### 6.3 渗透设施计算

6.3.1 渗透设施的渗透量应按下式计算：

$$W_s = \alpha K J A_s t_s \quad (6.3.1)$$

式中  $W_s$ ——渗透量 ( $\text{m}^3$ )；

$\alpha$ ——综合安全系数，一般可取 0.5~0.8；

$K$ ——土壤渗透系数 ( $\text{m/s}$ )；

$J$ ——水力坡降，一般可取  $J=1.0$ ；

$A_s$ ——有效渗透面积 ( $\text{m}^2$ )；

$t_s$ ——渗透时间 (s)。

6.3.2 土壤渗透系数应以实测资料为准，在无实测资料时，可参照表 6.3.2 选用。

表 6.3.2 土壤渗透系数

地 层	地 层 粒 径		渗透系数 K (m/s)
	粒径 (mm)	所占重量 (%)	
黏 土			$<5.7 \times 10^{-8}$
粉质黏土			$5.7 \times 10^{-8} \sim 1.16 \times 10^{-6}$
粉 土			$1.16 \times 10^{-6} \sim 5.79 \times 10^{-6}$
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			$>6.94 \times 10^{-4}$

6.3.3 渗透设施的有效渗透面积应按下列要求确定：

- 1 水平渗透面按投影面积计算；
- 2 竖直渗透面按有效水位高度的 1/2 计算；
- 3 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；
- 4 地下渗透设施的顶面积不计。

6.3.4 渗透设施产流历时内的蓄积雨水量应按下列式计算：

$$W_p = \max(W_c - W_s) \quad (6.3.4)$$

式中  $W_p$ ——产流历时内的蓄积水量 ( $m^3$ )，产流历时经计算确定，并宜小于 120min；

$W_c$ ——渗透设施进水量 ( $m^3$ )。

6.3.5 渗透设施进水量应按下列式计算，并不宜大于按本规范

(4.2.1-1) 式计算的日雨水设计径流总量:

$$W_c = 1.25 \left[ 60 \times \frac{q_c}{1000} \times (F_y \psi_m + F_0) \right] t_c \quad (6.3.5)$$

式中  $F_y$ ——渗透设施接纳的集水面积 ( $\text{hm}^2$ );

$F_0$ ——渗透设施的直接受水面积 ( $\text{hm}^2$ ), 埋地渗透设施为 0;

$t_c$ ——渗透设施产流历时 (min);

$q_c$ ——渗透设施产流历时对应的暴雨强度 [ $\text{L}/(\text{s} \cdot \text{hm}^2)$ ]。

**6.3.6** 渗透设施的储存容积宜按下式计算:

$$V_s \geq \frac{W_e}{n_k} \quad (6.3.6)$$

式中  $V_s$ ——渗透设施的储存容积 ( $\text{m}^3$ );

$n_k$ ——填料的孔隙率, 不应小于 30%, 无填料者取 1。

**6.3.7** 下凹绿地接纳的雨水汇水面积不超过该绿地面积 2 倍时, 可不进行入渗能力计算。

## 7 雨水储存与回用

### 7.1 一般规定

7.1.1 雨水收集回用系统应优先收集屋面雨水，不宜收集机动车道路等污染严重的下垫面上的雨水。

7.1.2 雨水收集回用系统设计应进行水量平衡计算，且满足如下要求：

1 雨水设计径流总量按本规范（4.2.1-1）式计算，降雨重现期宜取 1~2 年；

2 回用系统的最高日设计用水量不宜小于集水面日雨水设计径流总量的 40%；

3 雨水量足以满足需用量的地区或项目，集水面最高月雨水设计径流总量不宜小于回用管网该月用水量。

7.1.3 收集回用系统应设置雨水储存设施。雨水储存设施的有效储水容积不宜小于集水面重现期 1~2 年的日雨水设计径流总量扣除设计初期径流弃流量。当资料具备时，储存设施的有效容积也可根据逐日降雨量和逐日用水量经模拟计算确定。

7.1.4 水面景观水体宜作为雨水储存设施。

7.1.5 雨水可回用量宜按雨水设计径流总量的 90% 计。

7.1.6 当雨水回用系统设有清水池时，其有效容积应根据产水曲线、供水曲线确定，并应满足消毒的接触时间要求。在缺乏上述资料的情况下，可按雨水回用系统最高日设计用水量的 25%~35% 计算。

7.1.7 当采用中水清水池接纳处理后的雨水时，中水清水池应有容纳雨水的容积。

## 7.2 储存设施

7.2.1 雨水蓄水池、蓄水罐宜设置在室外地下。室外地下蓄水池（罐）的人孔或检查口应设置防止人员落入水中的双层井盖。

7.2.2 雨水储存设施应设有溢流排水措施，溢流排水措施宜采用重力溢流。

7.2.3 室内蓄水池的重力溢流管排水能力应大于进水设计流量。

7.2.4 当蓄水池和弃流池设在室内且溢流口低于室外地面时，应符合下列要求：

1 当设置自动提升设备排除溢流雨水时，溢流提升设备的排水标准应按 50 年降雨重现期 5min 降雨强度设计，并不得小于集雨屋面设计重现期降雨强度；

2 当不设溢流提升设备时，应采取防止雨水进入室内的措施；

3 雨水蓄水池应设溢流水位报警装置，报警信号引至物业管理中心；

4 雨水收集管道上应设置能以重力流排放到室外的超越管，超越转换阀门宜能实现自动控制。

7.2.5 蓄水池兼作沉淀池时，其进、出水管的设置应满足下列要求：

1 防止水流短路；

2 避免扰动沉积物；

3 进水端宜均匀布水。

7.2.6 蓄水池应设检查口或人孔，池底宜设集泥坑和吸水坑。当蓄水池分格时，每格都应设检查口和集泥坑。池底设不小于 5% 的坡度坡向集泥坑。检查口附近宜设给水栓和排水泵的电源插座。

7.2.7 当采用型材拼装的蓄水池，且内部构造具有集泥功能时，池底可不做坡度。

7.2.8 当不具备设置排泥设施或排泥确有困难时，排水设施应

配有搅拌冲洗系统，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。

**7.2.9** 溢流管和通气管应设防虫措施。

**7.2.10** 蓄水池宜采用耐腐蚀、易清洁的环保材料。

### **7.3 雨水供水系统**

**7.3.1** 雨水供水管道应与生活饮用水管道分开设置。

**7.3.2** 雨水供水系统应设自动补水，并应满足如下要求：

- 1 补水的水质应满足雨水供水系统的水质要求；
- 2 补水应在净化雨水供量不足时进行；
- 3 补水能力应满足雨水中断时系统的用水量要求。

**7.3.3** 当采用生活饮用水补水时，应采取防止生活饮用水被污染的措施，并符合下列规定：

1 清水池（箱）内的自来水补水管出水口应高于清水池（箱）内溢流水位，其间距不得小于 2.5 倍补水管管径，严禁采用淹没式浮球阀补水；

2 向蓄水池（箱）补水时，补水管口应设在池外。

**7.3.4** 供水管网的服务范围应覆盖水量平衡计算的用水部位。

**7.3.5** 供水系统供应不同水质要求的用水时，是否单独处理应经技术经济比较后确定。

**7.3.6** 供水方式及水泵的选择、管道的水力计算等应执行现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中的相关规定。

**7.3.7** 供水管道和补水管道上应设水表计量。

**7.3.8** 供水系统管材可采用塑料和金属复合管、塑料给水管或其他给水管材，但不得采用非镀锌钢管。

**7.3.9** 供水管道上不得装设取水龙头，并应采取下列防止误接、误用、误饮的措施：

- 1 供水管外壁应按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。

## 7.4 系统控制

7.4.1 雨水收集、处理设施和回用系统宜设置以下方式控制：

- 1 自动控制；
- 2 远程控制；
- 3 就地手动控制。

7.4.2 自控弃流装置的控制应符合本规范第 5.6.9 条的规定。

7.4.3 对雨水处理设施、回用系统内的设备运行状态宜进行监控。

7.4.4 雨水处理设施运行宜自动控制。

7.4.5 应对常用控制指标（水量、主要水位、pH 值、浊度）实现现场监测，有条件的可实现在线监测。

7.4.6 补水应由水池水位自动控制。

## 8 水质处理

### 8.1 处理工艺

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

8.1.2 收集回用系统处理工艺可采用物理法、化学法或多种工艺组合等。

8.1.3 屋面雨水水质处理根据原水水质可选择下列工艺流程：

1 屋面雨水→初期径流弃流→景观水体；

2 屋面雨水→初期径流弃流→雨水蓄水池沉淀→消毒→雨水清水池；

3 屋面雨水→初期径流弃流→雨水蓄水池沉淀→过滤→消毒→雨水清水池。

8.1.4 用户对水质有较高的要求时，应增加相应的深度处理措施。

8.1.5 回用雨水宜消毒。采用氯消毒时，宜满足下列要求：

1 雨水处理规模不大于  $100\text{m}^3/\text{d}$  时，可采用氯片作为消毒剂；

2 雨水处理规模大于  $100\text{m}^3/\text{d}$  时，可采用次氯酸钠或者其他氯消毒剂消毒。

8.1.6 雨水处理设施产生的污泥宜进行处理。

### 8.2 处理设施

8.2.1 雨水过滤及深度处理设施的处理能力应符合下列规定：

1 当设有雨水清水池时，按下式计算：

$$Q_v = \frac{W_y}{T} \quad (8.2.1)$$

式中  $Q_y$ ——设施处理能力 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$W_y$ ——经过水量平衡计算后的日用雨水量 ( $\text{m}^3$ ), 按本规范第 7.1.2 条确定;

$T$ ——雨水处理设施的日运行时间 (h)。

2 当无雨水清水池和高位水箱时, 按回用雨水的设计秒流量计算。

**8.2.2** 雨水蓄水池可兼作沉淀池, 其设计应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 的有关规定。

**8.2.3** 雨水过滤处理宜采用石英砂、无烟煤、重质矿石、硅藻土等滤料或其他新型滤料和新工艺。

### 8.3 雨水处理站

**8.3.1** 雨水处理站位置应根据建筑的总体规划, 综合考虑与中水处理站的关系确定, 并利于雨水的收集、储存和处理。

**8.3.2** 雨水处理构筑物及处理设备应布置合理、紧凑, 满足构筑物的施工、设备安装、运行调试、管道敷设及维护管理的要求, 并应留有发展及设备更换的余地, 还应考虑最大设备的进出要求。

**8.3.3** 雨水处理站设计应满足主要处理环节运行观察、水量计量、水质取样化验监(检)测的条件。

**8.3.4** 雨水处理站内应设给水、排水等设施; 通风良好, 不得结冻; 应有良好的采光及照明。

**8.3.5** 雨水处理站的设计中, 对采用药剂所产生的污染危害应采取有效的防护措施。

**8.3.6** 对雨水处理站中机电设备所产生的噪声和振动应采用有效的降噪和减振措施, 其运行噪声应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GBJ 118 的规定。

## 9 调蓄排放

9.0.1 在雨水管渠沿线附近有天然洼地、池塘、景观水体，可作为雨水径流高峰流量调蓄设施，当天然条件不满足，可建造室外调蓄池。

9.0.2 调蓄设施宜布置在汇水面下游。

9.0.3 调蓄池可采用溢流堰式和底部流槽式。

9.0.4 调蓄排放系统的降雨设计重现期宜取 2 年。

9.0.5 调蓄池容积宜根据设计降雨过程变化曲线和设计出水流量变化曲线经模拟计算确定，资料不足时可采用下式计算：

$$V = \max \left[ \frac{60}{1000} (Q - Q') t_m \right] \quad (9.0.5-1)$$

式中  $V$ ——调蓄池容积 ( $\text{m}^3$ )；

$t_m$ ——调蓄池蓄水历时 (min)，不大于 120min；

$Q'$ ——设计排水流量 (L/s)，按下式计算：

$$Q' = \frac{1000W}{t'} \quad (9.0.5-2)$$

式中  $t'$ ——排空时间 (s)，宜按 6~12h 计。

9.0.6 调蓄池出水管管径应根据设计排水流量确定。也可根据调蓄池容积进行估算，见表 9.0.6。

表 9.0.6 调蓄池出水管管径估算表

调蓄池容积 ( $\text{m}^3$ )	出水管管径 (mm)
500~1000	200~250
1000~2000	200~300

## 10 施工安装

### 10.1 一般规定

- 10.1.1 雨水利用工程应按照批准的设计文件和施工技术标准进行施工。
- 10.1.2 雨水利用工程的施工应由具有相应施工资质的施工队伍承担。
- 10.1.3 施工人员应经过相应的技术培训或具有施工经验。
- 10.1.4 管道敷设应符合相应管材的管道工程技术规程的有关规定。
- 10.1.5 雨水入渗工程施工前应对入渗区域的表层土壤渗透能力进行评价。
- 10.1.6 雨水入渗工程采用的砂料应质地坚硬清洁，级配良好，含泥量不应大于3%；粗骨料不得采用风化骨料，粒径应符合设计要求，含泥量不应大于1%。
- 10.1.7 屋面雨水收集系统施工中更改设计应经过原设计单位核算并采取相应措施。

### 10.2 埋地渗透设施

- 10.2.1 在渗透设施的开挖、填埋、碾压施工时，应进行现场事前调查、选择施工方法、编制工程计划和安全规程，施工不应损伤自然土壤的渗透能力。
- 10.2.2 入渗井、渗透管沟、入渗池等渗透设施应按下列工序进行施工：  
挖掘→铺砂→铺土工布→充填碎石→渗透设施安装→充填碎石→铺土工布→回填→残土处理→清扫整理→渗透能力的确认
- 10.2.3 土方开挖工作可采用人工或小型机械施工，沟槽底面不

应夯实。应避免超挖，超挖时不得用超挖土回填，应用碎石填充。

**10.2.4** 沟槽开挖后，应根据设计要求立即铺砂，铺砂后不得采用机械碾压。

**10.2.5** 碎石应采用土工布与渗透土壤层隔离，挖掘面应便于土工布的施工和固定。

### 10.3 透水地面

**10.3.1** 透水地面应按下列工序进行施工：

路基挖槽→路基基层→透水垫层→找平层→透水面层→清扫整理→渗透能力的确认

**10.3.2** 路基开挖应达到设计深度，并应将原土层夯实，壤土、黏土路基压实系数应大于 90%。路基基层应平整。基层纵坡、横坡及边线应符合设计要求。

**10.3.3** 透水垫层应采用连续级配砂砾料、单级配砾石等透水性材料，并应满足下列要求：

1 单级配砾石垫层的粒径应为 5~10mm，含泥量不应大于 2.0%，泥块不应大于 0.7%，针片状颗粒含量不应大于 2.0%。在垫层夯实后用灌砂法检测现场干密度，现场干密度应大于最大干密度的 90%；

2 连续级配砂砾料垫层的粒径应为 5~40mm，松铺厚度每层一般不应超过 300mm，厚度应均匀一致，无粗细颗粒分离现象，宜采用碾压方式压实，压实系数应大于 65%；

3 垫层厚度允许偏差不宜大于设计值的 10%，且不宜大于 20mm。

**10.3.4** 找平层宜采用粗砂、细石、细石透水混凝土等材料，并应符合下列要求：

1 粗砂细度模数宜大于 2.6；

2 细石粒径宜为 3~5mm，单级配，1mm 以下颗粒体积比含量不应大于 35%；

3 细石透水混凝土宜采用 3~5mm 的石子或粗砂，其中含泥量不应大于 1%，泥块含量不应大于 0.5%，针片状颗粒含量不应大于 10%；

4 找平层应拍打密实。砂层和垫层之间应铺设透水性土工布分隔。

#### 10.3.5 透水面砖应符合下列要求：

1 抗压强度应大于 35MPa，抗折强度应大于 3.2MPa，渗透系数应大于 0.1mm/s，磨坑长度不应大于 35mm，用于北方有冰冻地区时，冻融循环试验应符合相关标准的规定；

2 铺砖时应用橡胶锤敲打稳定，但不得损伤砖的边角，铺设好的透水砖应检查是否稳固、平整，发现活动部位应立即修正；

3 透水砖铺设后的养护期不得少于 3d；

4 平整度允许偏差不应大于 5mm，相邻两块砖高差不应大于 2mm，纵坡、横坡应符合设计要求，横坡允许偏差 $\pm 0.3\%$ 。

#### 10.3.6 透水面层混凝土应符合下列要求：

1 宜采用透水性水泥混凝土和透水性沥青混凝土；

2 水泥宜选用高强度等级的矿渣硅酸盐水泥，所用石子粒径宜为 5~10mm。透水性混凝土的孔隙率不应小于 20%；

3 浇筑透水性混凝土宜采用碾压或平板振捣器轻振铺平后的透水性混凝土混合料，不得使用高频振捣器；

4 透水性混凝土每 30~40m<sup>2</sup> 做一接缝，养护后灌注接缝材料；

5 养护时间宜大于 7d，并宜采用塑料薄膜覆盖路面和路基。

10.3.7 工程竣工后，要进行表面的清扫和残材的清理。

### 10.4 管道敷设

10.4.1 室外雨水回用埋地管道的覆土深度，应根据各地区土壤冰冻深度、车辆荷载、管道材质及管道交叉等因素确定，管顶最

小覆土深度不得小于土壤冰冻线以下 0.15m，车行道下的管顶覆土深度不宜小于 0.7m。

**10.4.2** 虹吸式屋面雨水收集系统管道、配件和连接方式应能承受灌水试验压力，并能承受 0.09MPa 负压。

**10.4.3** 室外埋地管道管沟的沟底应是原土层，或是夯实的回填土，沟底应平整，不得有突出的尖硬物体。管顶上部 500mm 以内不得回填直径大于 100mm 的块石和冻土块，500mm 以上部分，不得集中回填块石或冻土。

## 10.5 设备安装

**10.5.1** 水处理设备的安装应按照工艺要求进行。在线仪表安装位置和方向应正确，不得少装、漏装。

**10.5.2** 设置在建筑物内的设备、水泵等应采取可靠的减振装置，其噪声应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GBJ 118 的规定。

**10.5.3** 设备中的阀门、取样口等应排列整齐，间隔均匀，不得渗漏。

# 11 工程验收

## 11.1 管道水压试验

11.1.1 雨水收集和排放管道在回填土前应进行无压力管道严密性试验，并应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的规定。

11.1.2 雨水蓄水池（罐）应做满水试验。

## 11.2 验收

11.2.1 验收应包括下列内容：

- 1 工程布置；
- 2 雨水入渗工程；
- 3 雨水收集传输工程；
- 4 雨水储存与处理工程；
- 5 雨水回用工程；
- 6 雨水调蓄工程；
- 7 相关附属设施。

11.2.2 验收时应逐段检查雨水供水系统上的水池（箱）、水表、阀门、给水栓、取水口等，落实防止误接、误用、误饮的措施。

11.2.3 施工验收时，应具有下列文件：

- 1 施工图、竣工图和设计变更文件；
- 2 隐蔽工程验收记录和中间试验记录；
- 3 管道冲洗记录；
- 4 管道、容器的压力试验记录；
- 5 工程质量事故处理记录；
- 6 工程质量验收评定记录；
- 7 设备调试运行记录。

**11.2.4** 雨水利用工程的验收，应符合设计要求和国家现行标准的有关规定。

**11.2.5** 验收合格后应将有关设计、施工及验收的文件立卷归档。

## 12 运行管理

**12.0.1** 雨水利用设施维护管理应建立相应的管理制度。工程运行的管理人员应经过专门培训上岗。在雨季来临前对雨水利用设施进行清洁和保养，并在雨季定期对工程各部分的运行状态进行观测检查。

**12.0.2** 防误接、误用、误饮的措施应保持明显和完整。

**12.0.3** 雨水入渗、收集、输送、储存、处理与回用系统应及时清扫、清淤，确保工程安全运行。

**12.0.4** 严禁向雨水收集口倾倒垃圾和生活污废水。

**12.0.5** 渗透设施的维护管理，应包括渗透设施的检查、清扫、渗透机能的恢复、修补、机能恢复的确认等，并应作维护管理记录。

**12.0.6** 雨水收集回用系统的维护管理宜按表 12.0.6 进行检查。

表 12.0.6 雨水收集回用设施检查内容和周期

设施名称	检查时间间隔	检查/维护重点
集水设施	1个月或降雨间隔超过10日之单场降雨后	污/杂物清理排除
输水设施	1个月	污/杂物清理排除、渗漏检查
处理设施	3个月或降雨间隔超过10日之单场降雨后	污/杂物清理排除、设备功能检查
储水设施	6个月	污/杂物清理排除、渗漏检查
安全设施	1个月	设施功能检查

注：1 集水设施包括建筑物收集面相关设备，如雨水斗、雨水口和集水沟等。

2 输水设施包括排水管道、给水管道以及连接储水池与处理设施间的连通管道等。

3 处理设施包括初期径流弃流、沉淀或过滤设施以及消毒设施等。

4 储存设施指雨水储罐、雨水蓄水池以及清水池等。

5 安全设施指维护、防止漏电等设施。

**12.0.7** 蓄水池应定期清洗。蓄水池上游超越管上的自动转换阀门应在每年雨季来临前进行检修。

**12.0.8** 处理后的雨水水质应进行定期检测。

## 附录 A 全国各大城市降雨量资料

A.0.1 各地多年平均最大 24h 点雨量见图 A.0.1;

A.0.2 全国各大城市年均降雨量和多年平均最大月降雨量见表 A.0.2。

表 A.0.2 全国各大城市降雨量资料

序号	城市	年均降雨量 (mm)	年均最大月 降雨量 (mm)
1	北京市	571.9	185.2 (7月)
2	天津市	544.3	170.6 (7月)
3	石家庄	517.0	148.3 (8月)
4	承德	512.0	144.7 (7月)
5	太原	431.2	107.0 (8月)
6	大同	371.4	100.6 (7月)
7	呼和浩特	397.9	109.1 (8月)
8	博克图	489.4	153.4 (7月)
9	朱日和	210.7	62.0 (7月)
10	海拉尔	367.2	101.8 (7月)
11	锡林浩特	286.6	89.0 (7月)
12	通辽	373.6	103.9 (7月)
13	赤峰	371.0	109.3 (7月)
14	沈阳	690.3	165.5 (7月)
15	大连	601.9	140.1 (7月)
16	锦州	567.7	165.3 (7月)
17	丹东	925.6	251.6 (7月)
18	长春	570.4	161.1 (7月)

续表 A. 0. 2

序号	城市	年均降雨量 (mm)	年均最大月 降雨量 (mm)
19	四平	632.7	176.9 (7月)
20	延吉	528.2	121.9 (8月)
21	前郭尔罗斯	422.3	126.5 (7月)
22	哈尔滨	524.3	142.7 (7月)
23	齐齐哈尔	415.3	128.8 (7月)
24	牡丹江	537.0	121.4 (7月)
25	呼玛	471.2	114.0 (7月)
26	嫩江	491.9	143.6 (7月)
27	富锦	517.8	116.9 (8月)
28	上海市	1164.5	169.6 (6月)
29	南京	1062.4	193.4 (6月)
30	徐州	831.7	241.0 (7月)
31	杭州	1454.6	231.1 (6月)
32	衢州	1705.0	316.3 (6月)
33	温州	1742.4	250.1 (8月)
34	定海	1442.5	197.2 (8月)
35	合肥	995.3	161.8 (7月)
36	安庆	1474.9	280.3 (6月)
37	蚌埠	919.6	198.7 (7月)
38	福州	1393.6	208.9 (6月)
39	南平	1652.4	277.6 (5月)
40	厦门	1349.0	209.0 (8月)
41	南昌	1624.4	306.7 (6月)
42	吉安	1518.8	234.0 (6月)
43	赣州	1461.2	233.3 (5月)
44	景德镇	1826.6	325.1 (6月)

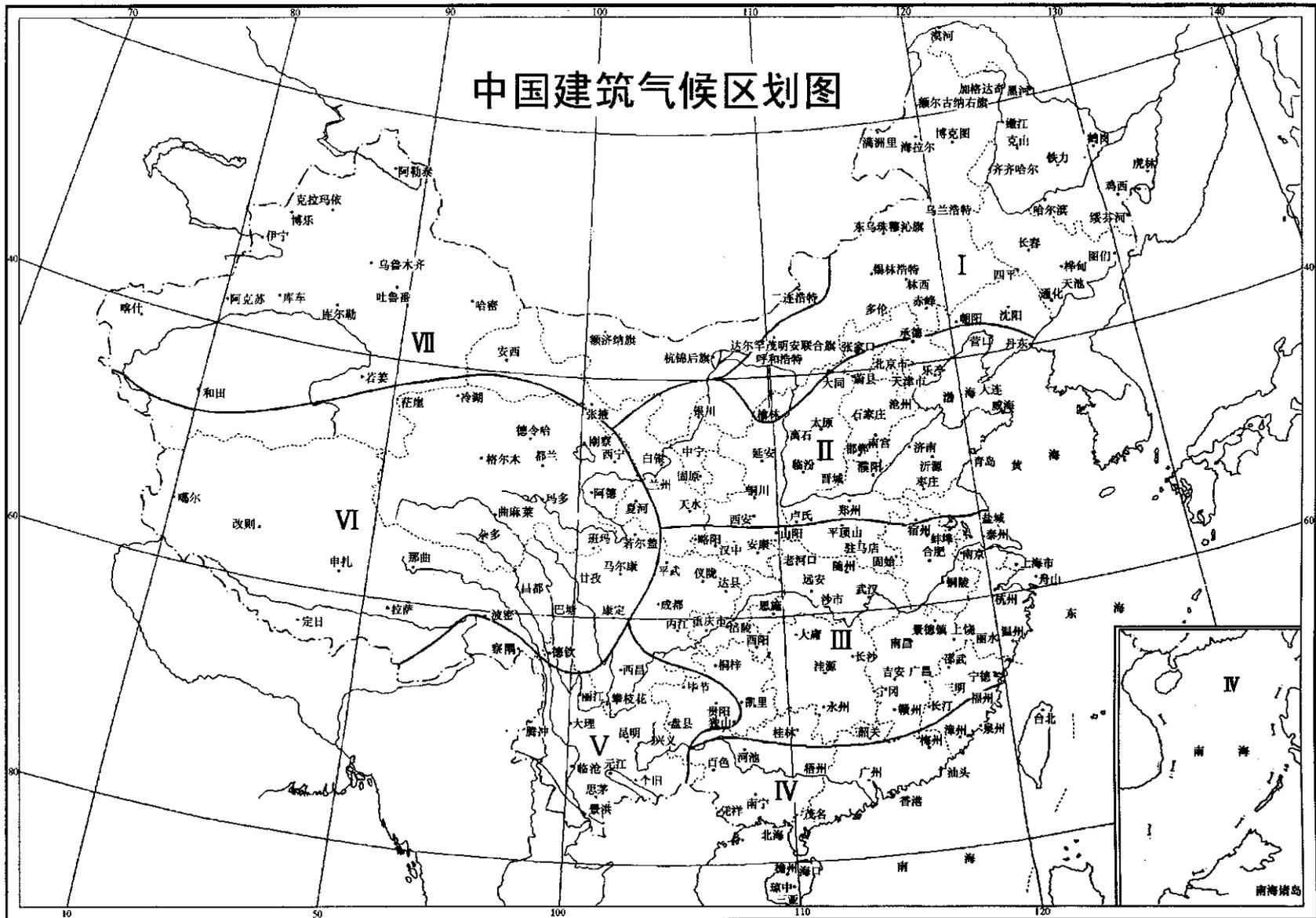
续表 A. 0. 2

序号	城市	年均降雨量 (mm)	年均最大月 降雨量 (mm)
45	济南	672. 7	201. 3 (7月)
46	成山头	664. 4	147. 3 (8月)
47	潍坊	588. 3	155. 2 (7月)
48	郑州	632. 4	155. 5 (7月)
49	驻马店	979. 2	194. 4 (7月)
50	武汉	1269. 0	225. 0 (6月)
51	恩施	1470. 2	257. 5 (7月)
52	宜昌	1138. 0	216. 3 (7月)
53	长沙	1331. 3	207. 2 (4月)
54	常德	1323. 3	208. 9 (6月)
55	零陵	1425. 7	229. 2 (5月)
56	芷江	1230. 1	209. 0 (6月)
57	广州	1736. 1	283. 7 (5月)
58	深圳	1966. 5	—
59	汕头	1631. 1	286. 9 (6月)
60	阳江	2442. 7	464. 3 (5月)
61	韶关	1583. 5	253. 2 (5月)
62	汕尾	1947. 4	350. 1 (6月)
63	南宁	1309. 7	218. 8 (7月)
64	桂林	1921. 2	351. 7 (5月)
65	百色	1070. 5	204. 5 (7月)
66	梧州	1450. 9	279. 5 (5月)
67	海口	1651. 9	244. 1 (9月)
68	东方	961. 2	176. 2 (8月)
69	成都	870. 1	224. 5 (7月)
70	马尔康	786. 4	155. 0 (6月)

续表 A. 0. 2

序号	城市	年均降雨量 (mm)	年均最大月 降雨量 (mm)
71	宜宾	1063.1	228.7 (7月)
72	南充	987.2	188.3 (7月)
73	西昌	1013.5	240.0 (7月)
74	重庆市	1118.5	178.1 (7月)
75	贵阳	1117.7	225.2 (6月)
76	毕节	899.4	160.8 (7月)
77	遵义	1074.2	199.4 (6月)
78	昆明	1011.3	204.0 (8月)
79	思茅	1497.1	324.3 (7月)
80	临沧	1163.0	235.3 (7月)
81	腾冲	1527.1	300.5 (7月)
82	丽江	968.0	242.2 (7月)
83	蒙自	857.7	175.0 (7月)
84	拉萨	426.4	120.6 (8月)
85	西安	553.3	98.6 (7月)
86	榆林	365.6	91.2 (8月)
87	延安	510.7	117.5 (8月)
88	汉中	852.6	175.2 (7月)
89	兰州	311.7	73.8 (8月)
90	敦煌	42.2	15.2 (7月)
91	酒泉	87.7	20.5 (7月)
92	平凉	482.1	109.2 (7月)
93	武都	471.9	86.7 (7月)
94	天水	491.6	84.6 (7月)
95	合作	531.6	104.7 (8月)
96	西宁	373.6	88.2 (7月)

# 中国建筑气候区划图



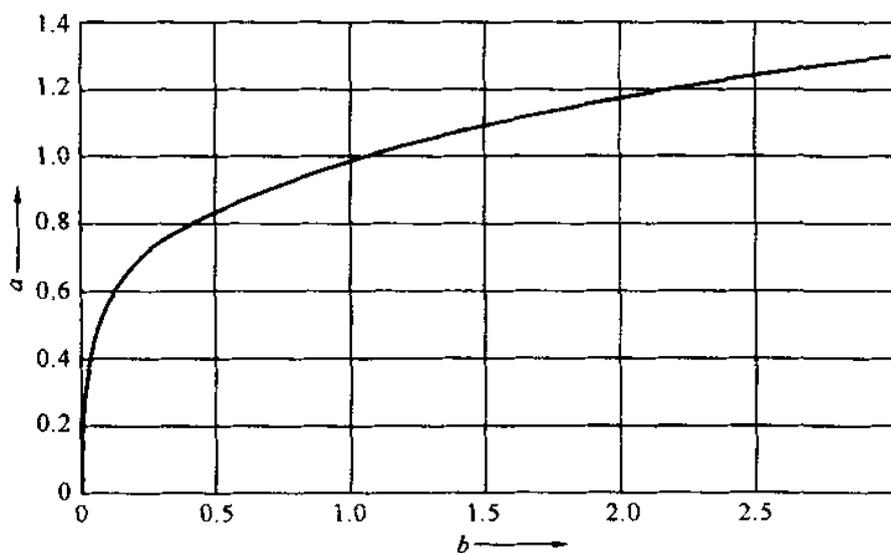
附图 中国建筑气候区划图

续表 A.0.2

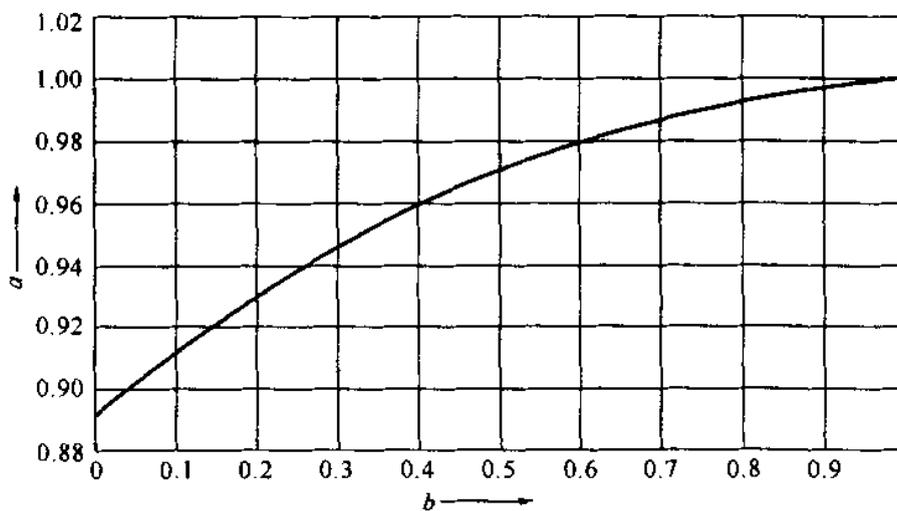
序号	城市	年均降雨量 (mm)	年均最大月 降雨量 (mm)
97	大柴旦	82.7	21.8 (7月)
98	格尔木	42.1	13.5 (7月)
99	银川	186.3	51.5 (8月)
100	乌鲁木齐	286.3	38.9 (5月)
101	哈密	39.1	7.3 (7月)
102	伊宁	268.9	28.5 (6月)
103	库车	74.5	18.1 (6月)
104	和田	36.4	8.2 (6月)
105	喀什	64.0	9.1 (7月)
106	阿勒泰	191.3	25.8 (7月)

注：表中数值来源于 1971~2000 年地面气候资料。

## 附录 B 深度系数和形状系数



$a$ ——深度系数  $S_x$ ;  $b$ —— $h_d/B_d$ ;  $h_d$ ——设计水深 (mm);  
 $B_d$ ——设计水位处的沟宽 (mm)



$a$ ——形状系数  $X_x$ ;  $b$ —— $B/B_d$ ;  $B$ ——沟底宽度 (mm);  
 $B_d$ ——设计水位处的沟宽 (mm)

## 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，非这样做不可的用词：  
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用词：  
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用词：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；  
表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
- 2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

建筑与小区雨水利用工程技术规范

GB 50400 - 2006

条文说明

# 前 言

《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400 - 2006，经建设部 2006 年 9 月 26 日以公告 485 号批准，业已发布。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位的有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《建筑与小区雨水利用工程技术规范》编写组按章、节、条顺序编写了本规范的条文说明，供使用者参考。在使用中如发现本条文说明有不妥之处，请将意见函寄中国建筑设计研究院机电院给水排水设计研究所（北京市西城区车公庄大街 19 号 2 号楼 6 层，邮编：100044）。

# 目 次

1	总则	57
2	术语、符号	63
2.1	术语	63
3	水量与水质	65
3.1	降雨量和雨水水质	65
3.2	用水定额和水质	69
4	雨水利用系统设置	76
4.1	一般规定	76
4.2	雨水径流计算	81
4.3	系统选型	88
5	雨水收集	93
5.1	一般规定	93
5.2	屋面集水沟	96
5.3	半有压屋面雨水收集系统	98
5.4	虹吸式屋面雨水收集系统	105
5.5	硬化地面雨水收集	107
5.6	雨水弃流	108
5.7	雨水排除	112
6	雨水入渗	116
6.1	一般规定	116
6.2	渗透设施	118
6.3	渗透设施计算	125
7	雨水储存与回用	129
7.1	一般规定	129
7.2	储存设施	133

7.3	雨水供水系统 .....	138
7.4	系统控制 .....	139
8	水质处理 .....	141
8.1	处理工艺 .....	141
8.2	处理设施 .....	142
9	调蓄排放 .....	144
10	施工安装 .....	146
10.1	一般规定 .....	146
10.2	埋地渗透设施 .....	147
10.3	透水地面 .....	149
10.4	管道敷设 .....	150
10.5	设备安装 .....	150
11	工程验收 .....	151
11.1	管道水压试验 .....	151
11.2	验收 .....	151
12	运行管理 .....	153

# 1 总 则

1.0.1 说明制定本规范的原则、目的和意义。

## 1 城市雨水利用的必要性

### 1) 维护自然界水循环环境的需要

城市化造成的地面硬化（如建筑屋面、路面、广场、停车场等）改变了原地面的水文特性。地面硬化之前正常降雨形成的地面径流量与雨水入渗量之比约为 2 : 8，地面硬化后二者比例变为 8 : 2。

地面硬化干扰了自然的水文循环，大量雨水流失，城市地下水从降水获得的补给量逐年减少。以北京为例，20 世纪 80 年代地下水年均补给量比 60~70 年代减少了约 2.6 亿  $\text{m}^3$ 。使得地下水位下降现象加剧。

### 2) 节水的需要

我国城市缺水问题越来越严重，全国 600 多个城市中，有 300 多个缺水，严重缺水的城市有 100 多个，且均呈递增趋势，以致国家花费巨资搞城市调水工程。

### 3) 修复城市生态环境的需要

城市化造成的地面硬化还使土壤含水量减少，热岛效应加剧，水分蒸发量下降，空气干燥，这造成了城市生态环境的恶化。比如北京城区年平均气温比郊区偏高 1.1~1.4℃，空气明显比郊区干燥。6~9 月的降雨量城区比郊区偏大 7%~13%。

### 4) 抑制城市洪涝的需要

城市化使原有植被和土壤为不透水地面替代，加速了雨水向城市各条河道的汇集，使洪峰流量迅速形成。呈现出城市越大、给排水设施越完备、水涝灾害越严重的怪象。

杭州市建国来最主要的 12 次洪涝灾害中，有 4 次发生在近

10年内。

北京在降雨量和降雨类型相似的情况下，20世纪80年代北京城区的径流洪峰流量是50年代的2倍。70年代前，当降雨量大于60mm时，乐家园水文站测得的洪峰流量才 $100\text{m}^3/\text{s}$ ，而近年来城区平均降雨量近30mm时，洪峰流量即高达 $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上。

雨洪径流量加大还使交通路面频繁积水，影响正常生活。

发达国家城市化导致的水文生态失衡、洪涝灾害频发问题在20世纪50年代就明显化。德国政府有意用各种就地处理雨水的措施取代传统排水系统概念。日本建设省倡议，要求开发区中引入就地雨水处理系统。通过滞留雨水，减少峰值流量与延缓汇流时间达到减少水涝灾害的目的，并利用该雨水作为中水水源。

## 2 雨水利用的作用

城市雨水利用，是通过雨水入渗调控和地表（包括屋面）径流调控，实现雨水的资源化，使水文循环向着有利于城市生活的方向发展。城市雨水利用有几个方面的功能：一为节水功能。用雨水冲洗厕所、浇洒路面、浇灌草坪、水景补水，甚至用于循环冷却水和消防水，可节省城市自来水。二为水及生态环境修复功能。强化雨水的入渗增加土壤的含水量，甚至利用雨水回灌提升地下水的水位，可改善水环境乃至生态环境。三为雨洪调节功能。土壤的雨水入渗量增加和雨水径流的存储，都会减少进入雨水排除系统的流量，从而提高城市排洪系统的可靠性，减少城市洪涝。

建筑区雨水利用是建筑水综合利用中的一种新的系统工程，具有良好的节水效能和环境生态效益。目前我国城市水荒日益严重，与此同时，健康住宅、生态住区正迅猛发展，建筑区雨水利用系统，以其良好的节水效益和环境生态效益适应了城市的现状与需求，具有广阔的应用前景。

城市雨水利用技术向全国推广后，将：第一，推动我国城市雨水利用技术及其产业的发展，使我国的雨水利用从农业生产供

水步入生态供水的高级阶段；第二，为我国的城市节水行业开辟出一个新的领域；第三，实现我国给水排水领域的一个重要转变，把快速排除城市雨洪变为降雨地下渗透、储存调节，修复城市雨水循环途径；第四，促进健康住宅、生态住区的发展，促进我国城市向生态城市转化，增强我国建筑业在世界范围的竞争力。

### 3 雨水利用的可行性

建筑区占据着城区近 70% 的面积，并且是城市雨水排水系统的起端。建筑区雨水利用是城市雨洪利用工程的重要组成部分，对城市雨水利用的贡献效果明显，并且相对经济。城市雨洪利用需要首先解决好建筑区的雨水利用。对于一个多年平均降雨量 600mm 的城市来说，建筑区拥有约 300mm 的降水可以利用，而以往这部分资源被排走浪费掉了。

雨水利用首先是一项环境工程，城市开发建设的同时需要投资把受损的环境给予修复，这如同任何一个大型建设工程的上马需要同时投资治理环境一样，城市开发需要关注的环境包括水文循环环境。

雨水利用工程中的收集回用系统还能获取直接的经济效益。据测算，回用雨水的运行成本要低于再生污水——中水，总成本低于异地调水的成本。因此，雨水收集回用在经济上是可行的。特别是自来水价高的缺水城市，雨水回用的经济效益比较明显。

城市雨洪利用技术在一些发达国家已开展几十年，如日本、德国、美国等。日本建设省在 1980 年起就开始在城市中推行储留渗透计划，并于 1992 年颁布“第二代城市下水总体规划”，规定新建和改建的大型公共建筑群必须设置雨水就地下渗设施。美国的一些州在 20 世纪 70 年代就制订了雨水利用方面的条例，规定新开发区必须就地滞洪蓄水，外排的暴雨洪峰流量不能超过开发前的水平。德国 1989 年出台了雨水利用设施标准 (DIN1989)，规定新建或改建开发区必须考虑雨水利用系统。国外城市雨水利用的开展充分地证明了该技术的必要性和有效性。

## 1.0.2 规定本规范的适用范围。

建筑与小区是指根据用地性质和使用权属确定的建设工程项目使用场地和场地内的建筑，包括民用项目和工业厂区。新建、扩建和改建的工程，其下垫面都存在着不同程度的人为硬化，加重雨水流失，因此均要求按本规范的规定建设和管理雨水利用系统。

本规范中的雨水回用不包括生活饮用用途，因此不适用于把雨水用于生活饮用水的情况。

## 1.0.3 规定雨水资源根据当地条件合理利用。

任何一个城市，几乎都会造成不透水地面的增加和雨水的流失。从维护自然水文循环环境的角度出发，所有城市都有必要对因不透水面增加而产生的流失雨水拦蓄，加以间接或直接利用。然而，我国的城市雨水利用是在起步阶段，且经济水平尚处于“发展是硬道理”的时期，现实的方法应该是部分城市或区域首先开展雨水利用。这部分城市或区域应具备以下条件：水文循环环境受损较为突出或具有经济实力。其表现特征如下：

1 水资源缺乏城市。城市水资源缺乏特别是水量缺乏是水文循环环境受损的突出表现。这类城市雨水利用的需求强烈，且较高的自来水水价使雨水利用的经济性优势凸增。

2 地下水位呈现下降趋势的城市。城市地下水位下降表明水文循环环境已受到明显损害，且现有水源已经过度开采，尽管这类城市有时尚未表现出缺水。

3 城市洪涝和排洪负担加剧的城市。城市洪涝和排洪负担加剧，是由城区雨水的大量流失而致。在这里，水循环受到严重干扰的表现方式是城市人的正常生活带来不便甚至损害。

4 新建经济开发区或厂区。这类区域是以发展经济、追逐经济利润为目标而开发的。经济活动获取利润不应以牺牲环境包括雨水自然循环的环境为代价。因此，新建经济开发区，不论是处于缺水地区还是非缺水地区，其经济活动都有必要、有责任维护雨水自然循环的环境不被破坏、通过设置雨水利用工程把开发

区内的雨水排放径流量维持在开发前的水平。新建经济开发区或厂区，建设项目是通过招商引资程序进入的，投资商完全有经济实力建设雨水利用工程。即使对投资商给予优惠，也不应优惠在免除雨水利用设施的建设上。

**1.0.4** 规定有特殊污染源的建筑与小区雨水利用工程应经专题论证。

某些化工厂、制药厂区的雨水容易受人工合成化合物的污染，一些金属冶炼和加工的厂区雨水易受重金属的污染，传染病医院建筑区的雨水易受病菌病毒等有害微生物的污染，等等，这些有特殊污染源的建筑与小区内若建设雨水利用包括渗透设施，都要进行特殊处置，仅按本规范的规定建设是不够的，因此需要专题论证。

**1.0.5** 对雨水利用工程的建设提出程序上的要求。

雨水利用设施与项目用地建设密不可分，甚至其本身就是场地建设的组成部分。比如景观水体的雨水储存、绿地洼地渗透设施、透水地面、渗透管沟、入渗井、入渗池（塘）以及地面雨水径流的竖向组织等，因此，建设用地内的雨水利用系统在项目建设的规划和设计阶段就需要考虑和包括进去，这样才能保证雨水利用系统的合理和经济，奠定雨水利用系统安全有效运行的基础。同时，该规划和设计也更接近实际，容易落实。

**1.0.6** 强制性条文，提出安全性要求。

雨水利用系统作为项目配套设施进入建筑区和室内，安全措施十分重要。回用雨水是非饮用水，必须严格限制其使用范围。根据不同的水质标准要求，用于不同的使用目标。必须保证使用安全，采取严格的安全防护措施，严禁雨水管道与生活饮用水管道任何方式的连接，避免发生误接、误用。

**1.0.7** 对雨水利用系统设计涉及的人身安全和设施维修、使用的安全提出了要求。

第一，人身安全。室外雨水池、入渗井、入渗池塘等雨水利用设施都是在建筑区内，经常有人员活动，必须有足够的安全措

施，防止造成人身意外伤害。第二，设施维修、使用的安全，特别是埋地式或地下设施的使用和维护。

#### **1.0.8 对雨水利用系统设计涉及的主要相关专业提出了要求。**

雨水利用系统是一个新的建设内容，需要各专业分别设计和配合才能完成。比如雨水的水质处理和输配，需要给水排水专业配合；雨水的地面入渗等，需要总图和园林景观专业配合；集雨面的水质控制和收集效率，需要建筑专业配合等等。

#### **1.0.9 规定雨水利用工程的建设还应符合国家现行的相关标准、规范。**

雨水利用工程涉及的相关标准、规范范围较广，包括给水排水、绿化、材料、总图、建筑等。

## 2 术语、符号

### 2.1 术 语

本章英文部分参照了国外有关出版物的相关词条，由于国际标准中没有这方面的统一规定，各个国家的英文使用词汇也不尽相同，故英文部分仅作为推荐英文对应词。

**2.1.1** 雨水利用包括 3 个方面的内容：入渗利用，增加土壤含水量，有时又称间接利用；收集后净化回用，替代自来水，有时又称直接利用；先蓄存后排放，单纯削减雨水高峰流量。

**2.1.3** 稳定渗透速率可通俗地理解为土壤饱和状态下的渗透速率，此时土壤的分子力对入渗已不起作用，渗透完全是由于水的重力作用而进行。土壤渗透系数表征水通过土壤的难易程度。

**2.1.4、2.1.5** 雨量径流系数和流量径流系数是雨水利用工程中涉及的两个不同参数。雨量径流系数用于计算降雨径流总量，流量径流系数用于计算降雨径流高峰流量。目前二者的名称尚不统一，例如有：次暴雨径流系数和暴雨径流系数（清华大学惠士博教授）；洪量径流系数和洪峰径流系数（同济大学邓培德教授）；次洪径流系数和洪峰径流系数（岑国平教授）。本规范的称呼主要考虑通俗易懂。

**2.1.13、2.1.14** 在水力学中，管道内水的流动分为 3 种状态：无压流态、有压流态和处于二者之间的过渡流态，过渡流态在某些情况下可表现为半有压流态。无压流和有压流都是水的一相流。虹吸式屋面雨水收集系统的设计工况为有压流态，水流运动规律遵从伯努利方程，悬吊管内水流具有虹吸管特征。半有压式屋面雨水收集系统的设计工况为过渡流态（不限定为半有压流态）。半有压式屋面雨水收集系统预留一定过水余量排除超设计

重现期雨水，设计参数以实尺模型试验为基础。

**2.1.15** 初期径流概念主要是因其水质的特殊而提出的。当降雨间隔时间较长时，初期径流污染严重。

## 3 水量与水质

### 3.1 降雨量和雨水水质

#### 3.1.1 对降雨量资料的选取作出规定。

在本规范的计算中涉及的降雨资料主要有：当地多年平均（频率为 50%）最大 24h 降雨，近似于 2 年一遇 24h 降雨量；当地 1 年一遇 24h 降雨量；当地暴雨强度公式。前者可在各省（区）《水文手册》中查到，或在附录 A 的雨量等值线图上查出，后者为目前各地正在使用着的雨水排除计算公式，1 年一遇降雨量需要收集当地文献报道的数据加工整理得到。需要参考的降雨资料有：年均降雨量；年均最大 3d、7d 降雨量；年均最大月降雨量。图 1 给出全国年均降雨量等值线图，其余资料需在当地收集。

各雨量数据或公式参数通过近 10 年以上的降雨量资料整理才更具代表性，据此设计的雨水利用工程才更接近实际。附录 A 的降雨资料来源于：《中国主要城市降雨雨强分布和 Ku 波段的降雨衰减》（孙修贵主编，气象出版社出版）和《中国暴雨》（王家祁主编，中国水利水电出版社出版）。

表 1 为北京地区不同典型降雨量数据，资料来源于北京市水利科学研究所。

表 1 北京市不同典型降雨量资料 (mm)

频率 \ 历时	最大 60min	最大 24h	最大 3d	最大 7d
	2 年一遇	38	86	110
5 年一遇	60	144	190	258

#### 3.1.2 提供雨水水质资料。

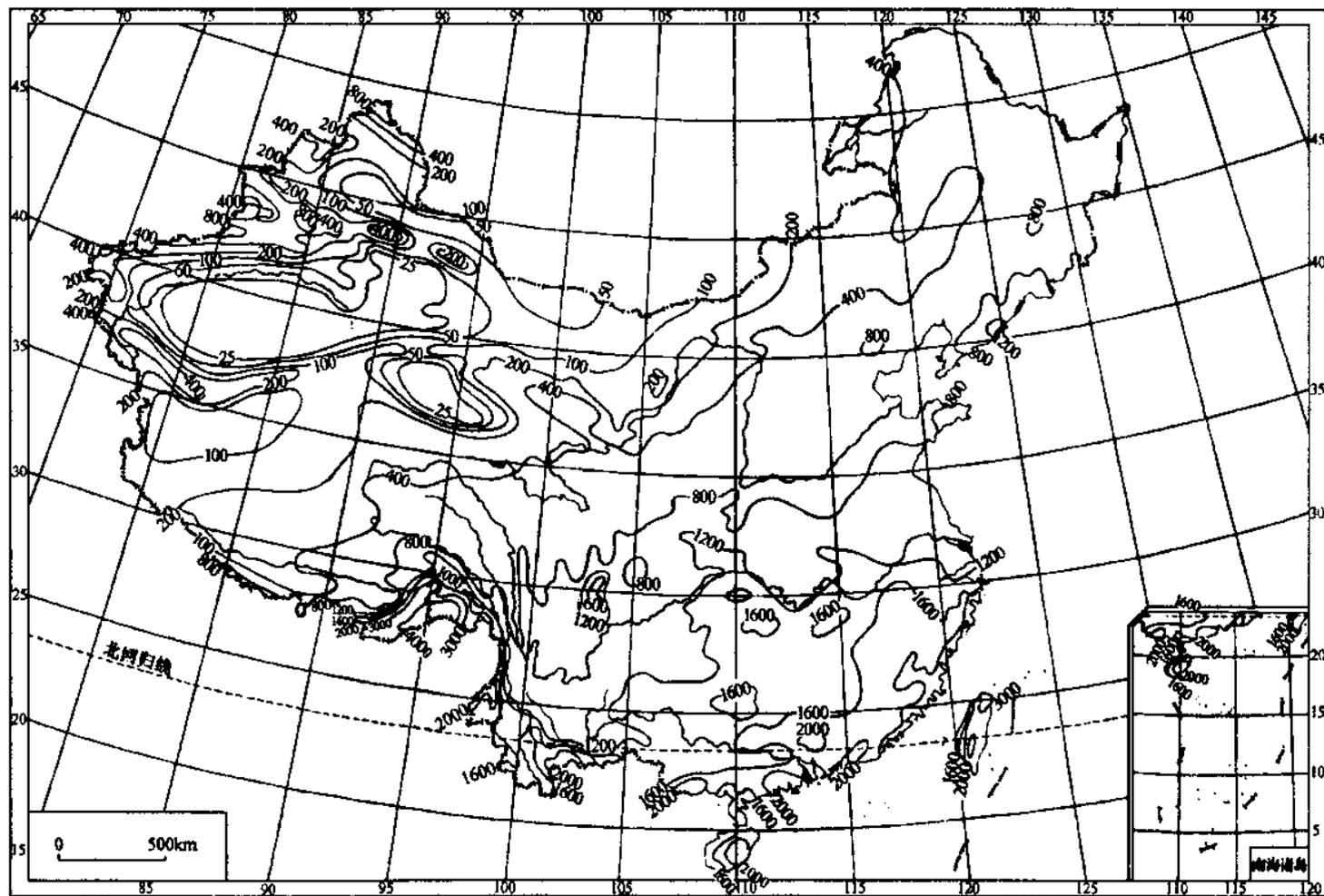


图 1 全国年均降雨量等值线图

## 1 确定雨水径流的水质，需要考虑下列因素：

### 1) 天然雨水

在降落到下垫面前，天然雨水的水质良好，其  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  平均为  $20\sim 60\text{mg/L}$ ，SS 平均小于  $20\text{mg/L}$ 。但在酸雨地区雨水 pH 值常小于 5.6。

雨水在降落过程中被大气中的污染物污染。一般称 pH 值小于 5.60 的降水为酸雨；年平均降水 pH 值小于 5.60 的地区为酸雨地区。目前，我国年均降水 pH 值小于 5.60 的地区已达全国面积的 40% 左右。长江以南大部分地区酸雨全年出现几率大于 50%。降水酸度有明显的季节性，一般冬季 pH 值低，夏季高。

### 2) 建筑与小区雨水径流

建筑与小区的雨水径流水质受城市地理位置、下垫面性质及所用建筑材料、下垫面的管理水平、降雨量、降雨强度、降雨时间间隔、气温、日照等诸多因素的综合影响，径流水质波动范围大。

我国地域广阔，不同地区的气候、降雨类型、降雨量和强度、降雨时间间隔等均有较大差异，因此不同地区的径流水质也不相同。如北京市平屋面（坡度  $< 2.5\%$ ）雨水径流的  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  和 SS 变化范围分别为  $20\sim 2000\text{mg/L}$  和  $0\sim 800\text{mg/L}$ ；而上海市平屋面雨水径流的  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  和 SS 仅为  $4\sim 90\text{mg/L}$  和  $0\sim 50\text{mg/L}$ 。即便是同一地区，下垫面材料、形式、气温、日照等的差异也会影响径流水质。如上海市坡屋面雨水径流的  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  和 SS 变化范围分别为  $5\sim 280\text{mg/L}$  和  $0\sim 80\text{mg/L}$ ，与平屋面有较大差别。

目前某些城市的平屋面使用沥青油毡类防水材料。受日照、气温及材料老化等因素的影响，表面离析分解释放出有机物，是径流中  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  的主要来源。而瓦质屋面因所使用建筑材料稳定，其径流水质较好。据北京市实测资料，在降雨初期，瓦质屋面径流的  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  仅为沥青平屋面的  $30\%\sim 80\%$ 。

### 3) 径流水质的污染物

影响径流水质的污染源主要是表面沉积物及表面建筑材料的

分解析出物，主要污染物指标为  $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、 $\text{BOD}_5$ 、SS、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、重金属、磷、石油类物质等。虽然某些城市已对雨水径流进行了一些测试分析并积累了一些数据，但一般历时较短且所研究的径流类型也有限。至今还未建成可供我国各地城市使用并包含各种类型径流的径流水质数据库。

#### 4) 水质随降雨历时的变化

建筑物屋面、小区内道路径流的水质随着降雨过程的延续逐渐改善并趋向稳定。可靠的水质指标需作雨水径流的现场测试，并根据当地情况确定所需测定的指标及取样频率。在无测试资料时，可参照经验值选取污染物的浓度。

降雨初期，因径流对下垫面表面污染物的冲刷作用，初期径流水质较差。随着降雨过程延续，表面污染物逐渐减少，后期径流水质得以改善。北京统计资料表明，若降雨量小于 10mm，屋面径流污染物总量的 70% 以上包含于初期降雨所形成的 2mm 径流中。北京和上海的统计资料均表明，降雨量达 2mm 径流后水质基本趋向稳定，故建议以初期 2~3mm 降雨径流为界，将径流区分为初期径流和持续期径流。

#### 2 初期雨水径流弃流后的雨水水质

根据北京建筑工程学院针对北京市降雨的研究成果，屋面雨水水质经初期径流弃流后可达到： $\text{COD}_{\text{Cr}}$  100mg/L 左右；SS 20~40mg/L；色度 10~40 度；并且提出北京城区雨水水质分析结果具有一定的代表性。另外根据试验分析得到，雨水径流的可生化性差， $\text{BOD}_5/\text{COD}_{\text{Cr}}$  平均范围为 0.1~0.2。

#### 3 不同城市雨水水质参考资料（见表 2~表 4）

表 2 北京城区不同汇水面雨水径流污染物平均浓度

汇水面 污染物	天然雨水	屋面雨水			路面雨水	
	平均值	平均值		变化系数	平均值	变化系数
		沥青油毡屋面	瓦屋面			
$\text{COD (mg/L)}$	43	328	123	0.5~2	582	0.5~2

续表 2

污染物	汇水面	屋面雨水			路面雨水	
	天然雨水	平均值		变化系数	平均值	变化系数
		平均值	沥青油毡屋面			
SS (mg/L)	<8	136	136	0.5~2	734	0.5~2
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	-	—	—	—	2.4	0.5~1.5
Pb (mg/L)	<0.05	0.09	0.08	0.5~1	0.1	0.5~2
Zn (mg/L)	—	0.93	1.11	0.5~1	1.23	0.5~2
TP (mg/L)	—	0.94	—	0.8~1	1.74	0.5~2
TN (mg/L)	—	9.8	—	0.8~1.5	11.2	0.5~2

表 3 上海地区各种径流水质主要指标的参考值 (mg/L)

指 标	下垫面	屋 面	小区内道路	城市街道
COD <sub>Cr</sub>		4~280	20~530	270~1420
SS		0~80	10~560	440~2340
NH <sub>3</sub> -N		0~14	0~2	0~2
pH		6.1~6.6		

表 4 青岛地区径流水质主要指标的参考值 (mg/L)

指 标	下垫面	屋 面	小区内道路	城市街道
COD <sub>Cr</sub>		5~94	6~520	95~988
SS		4~85	4~416	296~1136
NH <sub>3</sub> -N			0~17	
pH		6.5~8.5		

南京某居住小区以瓦屋面为主, 屋面径流和小区内道路 COD<sub>Cr</sub> 分别为 30~550mg/L 和 200~900mg/L。而在夏初梅雨时, 因连续降雨, 径流水质较好。屋面径流 COD<sub>Cr</sub> 仅为 30~70mg/L。

### 3.2 用水定额和水质

#### 3.2.1 规定绿化、浇洒、冲洗、循环冷却水补水等各项最高日

用水定额。

本条的用水定额是按满足最高峰用水日的水量制定的，是对雨水供水设施规模提出的要求。需要注意的是：系统的平日用水量要比本条给出的最高日用水量小，不可用本条文的水量替代，应参考相关资料确定。下面给出草地用水的参考资料，资料来源于郑守林编著的《人工草地灌溉与排水》。

城市中，绿地上的年耗水量在  $1500\text{L}/\text{m}^2$  左右。人居工程、道路两侧等的小面积环保区绿地，年需水量约在  $800\sim 1200\text{mm}$ ，如果天然降水量  $600\text{mm}$ ，则补充灌水量  $400\text{mm}$  左右。冷温带人工绿地植物在春季的灌溉是十分必要的，植物需水主要是在夏季生长期，高耗水量时间大约是  $2800\sim 3800\text{h}$ ，这一阶段的耗水量是全年需水量的  $75\%$  以上。需水量是一个正态分布曲线，夏季为高峰期，冬季为低谷期，高峰期的需水量为  $600\text{mm}$ ，低谷期为  $150\text{mm}$ ，春季和秋季共为  $200\text{mm}$ 。

足球场全年需水约  $2400\sim 3000\text{mm}$ ，经常运行的场地每天地面耗水量约  $8\sim 10\text{mm}$ ，赛马场绿地耗水约  $3000\text{mm}/\text{年}$ 。高尔夫球场绿地耗水约  $2000\text{mm}/\text{年}$ 。

### 3.2.2 规定景观水体的补水量计算资料。

景观水体的水量损失主要有水面蒸发和水体底面及侧面的土壤渗透。

当雨水用于水体补水或水体作为蓄水设施时，水面蒸发量是计算水量平衡时的重要参数。水面蒸发量与降水、纬度等气象因素有关，应根据水文气象部门整理的资料选用。表 5 列出北京城近郊区 1990~1992 年陆面、水面的试验研究成果（见《北京水利》1995 年第五期“北京市城近郊区蒸发研究分析”）。

表 5 北京城近郊区 1990~1992 年陆面蒸发量、水面蒸发量

名称	陆面蒸发量 (mm)	水面蒸发量 (mm)
1 月	1.4	29.9
2 月	5.5	32.1

续表 5

名 称	陆面蒸发量 (mm)	水面蒸发量 (mm)
3 月	19.9	57.1
4 月	27.4	125.0
5 月	63.1	133.2
6 月	67.8	132.7
7 月	106.7	99.0
8 月	95.4	98.4
9 月	56.2	85.8
10 月	15.7	78.2
11 月	6.5	45.1
12 月	1.4	29.3
合计	466.7	946.9

### 3.2.3 规定冲厕用水定额。

现行的《建筑给水排水设计规范》GB 50015 没有规定冲厕用水定额，但利用该规范表 3.1.10 中的最高日生活用水定额与本条表格中的百分数相乘，即得每人最高日冲厕用水定额。

同 3.2.1 条一样，冲厕用水定额是对雨水供水设施提出的要求，不能逐日累计用作多日的用水量。

表 6 列出各类建筑的冲厕用水资料，资料主要来源于日本《雨水利用系统设计实务》。

表 6 各种建筑物冲厕用水量定额及小时变化系数

类别	建筑种类	冲厕用水量 [L/(人·d)]	使用 时间 (h/d)	小时变 化系数 ( $K_h$ )	备 注
1	别墅住宅	40~50	24	2.3~1.8	
	单元住宅	20~40	24	2.5~2.0	
	单身公寓	30~50	16	3.0~2.5	
2	综合医院	20~40	24	2.0~1.5	有住宿
3	宾馆	20~40	24	2.5~2.0	客房部
4	办公	20~30	10	1.5~1.2	

续表 6

类别	建筑种类	冲厕用水量 [L/(人·d)]	使用时间 (h/d)	小时变化系数 ( $K_h$ )	备注
5	营业性餐饮、酒吧场所	5~10	12	1.5~1.2	工作人员按办公楼计
6	百货商店、超市	1~3	12	1.5~1.2	工作人员按办公楼计
7	小学、中学	15~20	8	1.5~1.2	非住宿类学校
8	普通高校	30~40	16	1.5~1.2	住宿类学校,包括大中专及类似学校
9	剧院、电影院	3~5	3	1.5~1.2	工作人员按办公楼计
10	展览馆、博物馆类	1~2	2	1.5~1.2	工作人员按办公楼计
11	车站、码头、机场	1~2	4	1.5~1.2	工作人员按办公楼计
12	图书馆	2~3	6	1.5~1.2	工作人员按办公楼计
13	体育馆类	1~2	2	1.5~1.2	工作人员按办公楼计

注：表中未涉及的建筑物冲厕用水量按实测数值或相关资料确定。

### 3.2.4 规定用水器具的额定流量。

用水点都是通过各式各样的用水器具取得用水，额定流量是保证用水功能的最低流量，供配水系统必须满足。但考虑到经济因素，允许发生出水流量低于额定流量的情况，但发生概率应非常低，譬如小于1%。

器具用水由雨水替代自来水后，额定流量无特殊要求，故完全执行现有的规范数据。

### 3.2.5 规定雨水供水应达到的水质。

本条表 3.2.5 中的  $COD_{Cr}$  限定在 30mg/L 主要引用了《地表水环境质量标准》GB 3838 - 2002 的Ⅳ类水质，其中娱乐水景引

表 7 日本冷却水、冷水、温水及补给水水质标准<sup>[5]</sup> (JRA-GL-02-1994)

项 目 <sup>[1][6]</sup>	冷却水系统 <sup>[4]</sup>			冷水系统		温水系统 <sup>[3]</sup>				倾向 <sup>[2]</sup>	
	循 环 式		单线式			低中温温水系统		高温水系统			
	循环水	补给水		单线水	循环水 (20℃ 以下)	补给水	循环水 (20~ 60℃)	补给水	循环水 (60~ 90℃)	补给水	腐 蚀
pH(25℃)	6.5~ 8.2	6.0~ 8.0	6.8~ 8.0	6.8~ 8.0	6.8~ 8.0	7.0~ 8.0	7.0~ 8.0	7.0~ 8.0	7.0~ 8.0	○	○
电导率(25℃)[mS/m]	80≥	30≥	40≥	40≥	30≥	30≥	30≥	30≥	30≥	○	○
(25℃){μS/cm} <sup>[1]</sup>	{800≥}	{300≥}	{400≥}	{400≥}	{300≥}	{300≥}	{300≥}	{300≥}	{300≥}		
氯化物[mgCl <sup>-1</sup> /L]	200≥	50≥	50≥	50≥	50≥	50≥	50≥	30≥	30≥	○	
硫酸根离子[mgSO <sub>4</sub> <sup>-</sup> /L]	200≥	50≥	50≥	50≥	50≥	50≥	50≥	30≥	30≥	○	
酸消耗量(pH4.8)[mgCa- CO <sub>3</sub> /L]	100≥	50≥	50≥	50≥	50≥	50≥	50≥	50≥	50≥		○
总硬度[mgCaCO <sub>3</sub> /L]	200≥	70≥	70≥	70≥	70≥	70≥	70≥	70≥	70≥		○
硬度[mgCaCO <sub>3</sub> /L]	150≥	50≥	50≥	50≥	50≥	50≥	50≥	50≥	50≥		○
离子状硅[mgSiO <sub>2</sub> /L]	50≥	30≥	30≥	30≥	30≥	30≥	30≥	30≥	30≥		○

标  
准  
项  
目

续表 7

项 目 <sup>[1][6]</sup>	冷却水系统 <sup>[4]</sup>			冷水系统		温水系统 <sup>[3]</sup>				倾向 <sup>[2]</sup>	
	循环式		单线式			低中温温水系统		高温水系统			
	循环水	补给水	单线水	循环水 (20℃ 以下)	补给水	循环水 (20~ 60℃)	补给水	循环水 (60~ 90℃)	补给水	腐 蚀	生 成 结 垢 水 锈
铁[mgFe/L]	1.0 $\geq$	0.3 $\geq$	1.0 $\geq$	1.0 $\geq$	0.3 $\geq$	1.0 $\geq$	0.3 $\geq$	1.0 $\geq$	0.3 $\geq$	○	○
铜[mgCu/L]	0.3 $\geq$	0.1 $\geq$	1.0 $\geq$	1.0 $\geq$	0.1 $\geq$	1.0 $\geq$	0.1 $\geq$	1.0 $\geq$	0.1 $\geq$	○	
硫化物[mgS <sup>2-</sup> /L]	不得检出	不得检出	不得检出	不得检出	不得检出	不得检出	不得检出	不得检出	不得检出	○	
氨离子[mgNH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /L]	1.0 $\geq$	0.1 $\geq$	1.0 $\geq$	1.0 $\geq$	0.1 $\geq$	0.3 $\geq$	0.1 $\geq$	0.1 $\geq$	0.1 $\geq$	○	
余氯[mgCl/L]	0.3 $\geq$	0.3 $\geq$	0.3 $\geq$	0.3 $\geq$	0.3 $\geq$	0.25 $\geq$	0.3 $\geq$	0.1 $\geq$	0.3 $\geq$	○	
游离碳酸[mgCO <sub>2</sub> /L]	4.0 $\geq$	4.0 $\geq$	4.0 $\geq$	4.0 $\geq$	4.0 $\geq$	0.4 $\geq$	4.0 $\geq$	0.4 $\geq$	4.0 $\geq$	○	
稳定度指数	6.0~7.0	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○

注 [1] 项目的名称用语定义以及单位参照 JIS K 0101。还有, { } 内的单位和数值是参考了以前的单位一并罗列。

[2] 表中的“○”, 是表示有腐蚀或者生成结垢水锈倾向的相关因子。

[3] 温度较高(40℃以上)时, 一般来说腐蚀较为显著, 特别是被任何保护膜保护的钢铁只要和水直接接触时, 就希望进行添加防腐药剂、脱气处理等防腐措施。

[4] 密闭式冷却塔使用的冷却水系统中, 封闭循环回水以及补给水是温水系统, 布水以及补给水是循环式冷却水系统, 应该采用各种不同的水质标准。

[5] 供水、补水所用的源水, 可以采用自来水、工业用水以及地下水, 但不包括纯水、中水、软化处理水等。

[6] 上述 15 个项目, 可以用来表示腐蚀以及结垢水锈危害的影响因子。

用了Ⅲ类水质；SS的限定值主要参考了《城市污水再生利用景观环境用水水质》水景类的指标（10mg/L），并对水质综合要求较高的车辆冲洗和娱乐水景的限额减小到5mg/L。表3.2.5中循环冷却水补水指民用建筑的冷却水。

民用建筑循环冷却水补水的水质标准我国尚未制定，表7给出日本的标准，供设计中参考。

工业循环冷却水补水的水质标准可参考表8，资料来源于《城市污水再生利用 工业用水水质》GB/T 19923-2005。

**表8 工业循环冷却水水质标准**

控制项目	pH	SS (mg/L)	浊度 (NTU)	色度	COD <sub>Cr</sub> (mg/L)	BOD <sub>5</sub> (mg/L)
循环冷却水补充水	6.5~8.5	—	≤5	≤30	≤60	≤10
直流冷却水	6.5~9.0	≤30	—	≤30	—	≤30

国家现行相关标准主要有：《地表水环境质量标准》GB 3838、《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920、《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921等。

雨水径流的污染物质及含量同城市污水有很大不同，借用再生污水的标准是不合适的。比如雨水的主要污染物是COD<sub>Cr</sub>和SS，是雨水处理的主要控制指标，而再生污水水质标准中对COD<sub>Cr</sub>均未作要求，杂用水质标准甚至对这两个指标都不控制。因此，再生污水的水质标准对雨水的意义不大，雨水利用需要配套相应的水质要求。但制定水质标准显然不是本规范力所能及的。

## 4 雨水利用系统设置

### 4.1 一般规定

#### 4.1.1 规定雨水利用系统的种类和构成。

雨水入渗系统或技术是把雨水转化为土壤水，其手段或设施主要有地面入渗、埋地管渠入渗、渗水池井入渗等。除地面雨水就地入渗不需要配置雨水收集设施外，其他渗透设施一般都需要通过雨水收集设施把雨水收集起来并引流到渗透设施中。

收集回用系统或技术是对雨水进行收集、储存、水质净化，把雨水转化为产品水，替代自来水使用或用于观赏水景等。

调蓄排放系统或技术是把雨水排放的流量峰值减缓、排放时间延长，其手段是储存调节。

一个建设项目中，雨水利用系统的可能形式可以是以上三种系统中的一种，也可以是两种系统的组合，组合形式为：雨水入渗；收集回用；调蓄排放；雨水入渗+收集回用；雨水入渗+调蓄排放。

#### 4.1.2 规定雨水入渗场所地质勘察资料中应包括的内容。

场地土壤中存在不透水层时可产生上层滞水，详细的水文地质勘察可以判别不透水层是否存在。另外，地质勘察报告资料要求不允许人为增加土壤水的场所也不应进行雨水入渗。

#### 4.1.3 规定各类雨水利用设施的技术应用要求。

雨水利用技术的应用首先需要考虑其条件适应性和对区域生态环境的影响。雨水利用作为一门科学技术，必然有其成立与应用的限定前提和条件。只有在能够获得较好效益的条件下，该技术的应用才是适宜的。城市化过程中自然地面被人为硬化，雨水的自然循环过程受到负面干扰。对这种干扰进行修复，是我们力争的效益和追求的目标，雨水利用技术是实现这一效益和目标的

主要手段，因此，该技术对于各种城市的建筑小区都是适用的。

1 雨水渗透设施对涵养地下水、抑制暴雨径流的作用十分显著，日本十多年的运行经验已证明这点。同时，对地下水的连续监测未发现对地下水构成污染。可见，只要科学地运用，雨水入渗技术在我国是可以推广应用的。

雨水自然入渗时，地下水会受到土壤的保护，其水质不会受到影响。土壤的保护作用主要体现在多重的物理、化学、生物的截留与转化，以及输送过程与水文地质因素的影响。在地下水上方的土壤主要提供的的作用有：过滤、吸附、离子交换、沉淀及生化作用，这些作用主要发生在表层土壤中。含水层中所发生的溶解、稀释作用也不能低估。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的超载而受到影响，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。

建设雨水渗透设施需要考虑上述因素和经济效益，土壤渗透系数的限定是这种需要的重要体现。雨水入渗技术对土壤的依赖性大。渗透系数小，雨水入渗的效益低，并且当入渗太慢时，在渗透区内会出现厌氧，对于污染物的截留和转化是不利的。在渗透系数大于  $10^{-3}$  m/s 时，入渗太快，雨水在到达地下水时没有足够的停留时间来净化水质。本条限定雨水入渗技术在渗透系数  $10^{-6} \sim 10^{-3}$  m/s 范围，主要是参考了德国的污水行业标准 ATV-DVWK-A138。

地下水位距渗透面大于 1.0m，是指最高地下水位以上的渗水区厚度应保持在 1m 以上，以保证有足够的净化效果。这是参考德国和日本资料制定的。污染物生物净化的效果与入渗水在地下的停留时间有关，通过地下水位以上的渗透区时，停留时间长或入渗速度小，则净化效果好，因此渗透区的厚度应尽可能大。

水质良好的雨水含污染物较少，可采用渗透区厚度小于 1m 的表面入渗或洼地入渗措施，应该注意的是渗透区厚度小于 1m

时只能截留一些颗粒状物质，当渗透区厚度小于 0.5m 时雨水会直接进入地下水。

雨水入渗技术对土壤的影响性大。湿陷性黄土、膨胀土遇水会毁坏地面。由此，雨水入渗系统不适用于这些土壤。

2 雨水利用中的收集回用系统的应用，宜用于年均降雨量 400mm 以上的地区，主要原因如下：

就雨水收集回用技术本身而言，只要有天然降雨的城市，这种技术都可以应用。但需要权衡的是技术带来的效益与其所投的资金相比是否合理。如果投资很大，而单方水的造价很高，显然不合理；或者投资不大，而汇集的雨水水量很少，所产生的效益很低，这种技术也缺乏生命力。

对于年均降雨量小于 400mm 的城市，不提倡采用雨水收集回用系统，这主要参照了我国农业雨水利用的经验。在农业雨水利用中，对年均降雨量小于 300mm 的地区，不提倡发展人工汇集雨水灌溉农业，而注重发展强化降水就地入渗技术与配套农艺高效用水技术。在城市雨水利用中，雨水只是辅助性供水源，对它的依赖程度远不像农业领域那样强，故可对降雨量的要求提高一些，取为 400mm。

年均降雨量小于 400mm 的城市，雨水利用可采用雨水入渗。

城市中雨水资源的开发回用，会同时减少雨水入渗量和径流雨水量，这是否会减少江河或地下水的原有自然径流，是否会对下游区域的生态环境产生影响，也是一个令人关注的、存有争议的问题，有的地方已经对上游城市开展雨水回用表示出了担心。但雨水资源开发对区域生态环境的影响问题，属于雨水利用基础研究探索中的课题，目前尚无定论。另外，国外的城市雨水利用经验也没有暴露出这方面的环境问题。

3 洪峰调节系统需要先储存雨水，再缓慢排放，对于缺水城市，小区内储存起来的雨水与其白白排放掉，倒不如进行处理后回用以节省自来水来得经济，从这个意义上说，洪峰调节系统

不适用于缺水城市。

#### 4.1.4 规定不得采用雨水入渗系统的场所。

自重湿陷性黄土在受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；高含盐量土壤当土壤水增多时会产生盐结晶；建设用地上发生上层滞水可使地下水位上升，造成管沟进水、墙体裂缝等危害。

#### 4.1.5 规定雨水利用工程的设置规模或标准。

建设用地开发前是指城市化之前的自然状态，一般为自然地面，产生的地面径流很小，径流系数基本上不超过 0.2~0.3。建设用地外排的雨水设计流量应维持在这一水平。对外排雨水设计流量提出控制要求的主要原因如下：

工程用地经建设后地面会硬化，被硬化的受水面不易透水，雨水绝大部分形成地面径流流失，致使雨水排放总量和高峰流量都大幅度增加。如果设置了雨水利用设施，则该设施的储存容积能够吸纳硬化地面上的大量雨水，使整个工程用地向外排放的雨水高峰流量得到削减。土地渗透设施和储存回用设施，还能够把储存的雨水入渗到土壤和回用到杂用和景观等供水系统中，从而又能削减雨水外排的总水量。削减雨水外排的高峰流量从而削减雨水外排的总水量，可保持建设用地内原有的自然雨水径流特征，避免雨水流失，节约自来水或改善水与生态环境，减轻城市排洪的压力和受水河道的洪峰负荷。

建设用地内雨水利用工程的规模或标准按降雨重现期 1~2 年设置的主要根据如下：

- 1 建设用地内雨水利用工程的规模应与雨水资源的潜力相协调，雨水资源潜力一般按多年平均降雨量计算。

- 2 建设用地内通过雨水入渗和回用能够把可资源化的雨水都耗用掉，因而用地内雨水消耗能力不对雨水利用规模产生制约作用。

- 3 城市雨水利用作为节水和环保工程，应尽量维持自然的水文循环环境。

4 规模标准定得过高，会浪费投资；定得过低，又会使雨水资源得不到充分利用。参照农业雨水收集利用工程，降雨重现期一般取1~2年。

5 德国和日本的雨水利用工程，收集回用系统基本按多年平均降雨计。

需要指出的是，雨水入渗系统和收集回用系统不仅削减外排雨水总流量，也削减外排雨水总量，而雨水蓄存排放系统并无削减外排雨水总量的功能，它的作用单一，只是快速排干场地地面的雨水，减少地面积水，并削减外排雨水的高峰流量。因此，这种系统一般仅用于一些特定场合。

#### 4.1.6 规定建设用地须设置雨水排除。

项目建设用地内设置雨水利用设施后，遇到较大的降雨，超出其蓄水能力时，多余的雨水会形成径流或溢流，需要排放到用地之外。排放措施有管道排放和地面排放两种方式，方式选择与传统雨水排除时相同。

#### 4.1.7 规定雨水利用系统不应伤害环境。

雨水利用应该是修复、改善环境，而不应恶化环境。然而，雨水利用系统不仔细处理，很容易对环境造成明显伤害。比如停车场的雨水径流往往含油，若进行雨水入渗会污染土壤；绿地蓄水入渗要与植物的品种进行协调，否则会伤害甚至毁坏植物；向渗透设施的集水口内倾倒生活污物会污染土壤；雨水直接向地下含水层回灌可能会污染地下水；冲刷水质标准远低于自来水，居民使用雨水冲刷不配套相应的使用措施，就会污染室内卫生环境，等等。雨水利用设施应避免带来这些损害环境的后果。

对于水质较差的雨水不能采用渗井直接入渗，这样会对地下水带来污染。

在设计、建造和运行雨水渗透设施时，应充分重视对土壤及水源的保护。通常采用的保护措施有：减少污染物质的产生；减少硬化面上的污染物质；入渗前对雨水进行处理；限制进入渗透设施的流量等。

填方区设雨水入渗应避免造成局部塌陷。

#### 4.1.8 规定回用雨水不得产生交叉污染。

雨水的用途有多种：城市杂用水、环境用水、工业与民用冷却用水等。另外，城市雨水不排除用作生活饮用水，我国水利行业在农村的雨水利用工程已经积累了供应生活饮用水的经验。收集回用系统净化雨水目前没有专用的水质标准，借用的水质标准不止一种，互有差异，因此要求低水质系统中的雨水不得进入高水质的回用系统，此外，回用系统的雨水更不得进入生活自来水系统。

### 4.2 雨水径流计算

#### 4.2.1 分别规定雨水设计总量和设计流量的基本计算公式。

雨水设计总量为汇水面上在设定的降雨时间段内收集的总径流量，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。

本条所列公式为我国目前普遍采用的公式。公式（4.2.1-1）中的系数 10 为单位换算系数。

#### 4.2.2 规定径流系数的选用范围。

##### 1 给出雨水收集的径流系数。

根据流量径流系数和雨量径流系数的定义，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。同济大学邓培德、西安空军工程学院岑国平都有论述。鉴于此，本规范采用两个径流系数。

径流系数同降雨强度或降雨重现期关系密切，随降雨重现期的增加（降雨频率的减小）而增大，见表 9。表中  $F_{\text{汇}}$  是人渗绿地接纳的客地硬化面汇流面积， $F_{\text{绿}}$  是人渗绿地面积。

表 9 不同频率降雨条件下不同绿地径流系数

降雨频率	草地与地面等高 径流系数		草地比地面低 50mm 径流系数		草地比地面低 100mm 径流系数	
	$F_{\text{汇}}/F_{\text{绿}}=0$	$F_{\text{汇}}/F_{\text{绿}}=1$	$F_{\text{汇}}/F_{\text{绿}}=0$	$F_{\text{汇}}/F_{\text{绿}}=1$	$F_{\text{汇}}/F_{\text{绿}}=0$	$F_{\text{汇}}/F_{\text{绿}}=1$
$P=20\%$	0.23	0.40	0.00	0.22	0.00	0.03

续表 9

降雨频率	草地与地面等高 径流系数		草地比地面低 50mm 径流系数		草地比地面低 100mm 径流系数	
	$F_{\text{汇}}/F_{\text{集}}=0$	$F_{\text{汇}}/F_{\text{集}}=1$	$F_{\text{汇}}/F_{\text{集}}=0$	$F_{\text{汇}}/F_{\text{集}}=1$	$F_{\text{汇}}/F_{\text{集}}=0$	$F_{\text{汇}}/F_{\text{集}}=1$
$P=10\%$	0.27	0.47	0.02	0.33	0.00	0.20
$P=5\%$	0.34	0.55	0.15	0.45	0.00	0.35

本条文表中的径流系数对应的重现期为 2 年左右。表 4.2.2 中  $\psi_c$  的上限值为一次降雨系数（雨量 30mm 左右），下限值为年均值。

表 4.2.2 中雨量径流系数的来源主要来自于：现有相关规范、国内实测资料报道、德国雨水利用规范（DIN 1989.01：2002.04 和 ATV-DVWK-A138）。表中流量径流系数比给水排水专业目前使用的数值大，邓培德“论雨水道设计中的误点”一文中认为目前使用的数值是借用的雨量径流系数，偏小。

屋面雨量径流系数取 0.8~0.9 的根据：1) 清华大学张思聪、惠士博等在“北京市雨水利用”中指出建筑物、道路等不透水面的次暴雨径流系数（即雨量径流系数）可达 0.85~0.9；2) 北京市水利科学研究所种玉麒等在“北京城区雨洪利用的研究报告”中指出：通过几个汛期的观测，取有代表性的降水与相应的屋顶径流进行相关分析，大于 30mm 的降水平均径流系数为 0.94，10~30mm 的降水平均径流系数为 0.84；3) 西安空军工程学院岑国平在“城市地面产流的试验研究”中表明径流系数特别是次暴雨径流系数是降雨强度的增函数，由此考虑到雨水利用工程的降雨只取 1、2 年一遇，故径流系数偏低取值；4) 德国规范《雨水利用设施》（DIN 1989.01：2002.04）取值 0.8。

屋面流量径流系数取 1 的根据：1) 建筑给水排水规范一直取 1，新规范改为 0.9 没提供出依据；2) “城市地面产流的试验研究”证明暴雨（流量）径流系数比次暴雨径流（雨量）系数大，另外根据暴雨径流系数和次暴雨径流系数的定义亦知，前者

比后者要大；3) 屋面排水的降雨强度取值大（因重现期很大），故流量径流系数应取高值。

其他种类屋面雨量径流系数均参考德国规范《雨水利用设施》(DIN 1989.01 : 2002.04)。

表 10、表 11 列出德国相关规范中的径流系数，供参考。

**表 10 德国雨水利用规范 (DIN 1989.01 : 2002.04) 集雨量径流系数**

汇水面性质	径流系数
硬屋面	0.8
未铺石子的平屋面	0.8
铺石子的平屋面	0.6
绿化屋面（紧凑型）	0.3
绿化屋面（粗放型）	0.5
铺石面	0.5
沥青面	0.8

**表 11 德国雨水入渗规范 (ATV-DVWK-A138) 雨水流量径流系数**

表面类型	表面处理形式	径流系数
坡屋面	金属, 玻璃, 石板瓦, 纤维混凝土 砖, 油毛毡	0.9~1.0
		0.8~1.0
平屋面 坡度小于 3°, 或 5%	金属, 玻璃, 纤维混凝土 油毛毡 石子	0.9~1.0
		0.9
		0.7
绿化屋面 坡度小于 15°, 或 25%	种植层 < 100mm 种植层 ≥ 100mm	0.5
		0.3
路面, 广场	沥青, 无缝混凝土 紧密缝隙的铺石路面 固定石子铺面 有缝隙的沥青 有缝隙的沥青铺面, 碎石草地 叠层砌石不勾缝, 渗水石 草坪方格石	0.9
		0.75
		0.6
		0.5
		0.3
		0.25
		0.15
斜坡, 护坡, 公墓 (带有雨水排水系统)	陶土 砂质黏土 卵石及砂土	0.5
		0.4
		0.3
花园, 草地及农田	平地 坡地	0.0~0.1
		0.1~0.3

2 各类汇水面的雨水进行利用之后，需要（溢流）外排的流量会减小，即相当于径流流量系数变小。本款的流量径流系数即指这个变小了的径流系数，它需要计算确定。扣损法是指扣除平均损失强度的方法，计算公式如下（引自西安冶金建筑学院等主编的《水文学》）：

$$\psi_m = 1 - \frac{\mu}{A} \tau^n$$

式中  $\mu$ ——产流期间内平均损失强度（mm/h）；  
 $A$ ——暴雨雨力（mm/h）；  
 $\tau$ ——场地汇流时间（h）；  
 $n$ ——暴雨强度衰减指数。

设有雨水利用设施的场地，雨水利用设施增加了损失强度，计算中应叠加进来。这样，平均损失强度  $\mu$  应是产流期间内汇水面上的损失强度与雨水利用设施的雨水利用强度之和。而雨水利用设施对雨水的利用强度是可以根据设施的相关设计参数计算的。

$\psi_m$  经验值 0.25~0.4 的选用：当溢流排水的设计重现期比雨水利用设施的降雨量设计重现期大 1 年以内时，取用下限值；当前者比后者大 2 年左右时，取高限值；当前者比后者大 5 年时，取 0.5。径流系数  $\psi$  随降雨重现期增加而增大的规律见上面公式，重现期大，则雨力  $A$  大，从而  $\psi$  大。

经验值 0.25~0.4 主要是借鉴绿地的径流系数。绿地的流量径流系数一般为 0.25，当绿地土壤饱和后，径流系数可达 0.4（见姚春敏等“奥运期间北京内洪灾害防范问题探讨”一文）。雨水利用设施遇到超出其设计重现期的降雨，也要饱和，从而使溢流外排的径流系数增大，这类似于绿地的径流情况。

#### 4.2.3 规定了设计降雨厚度的选用。

本规范中设计降雨厚度是设计重现期下的最大日、月或年降雨厚度等。在各雨水利用设施的条款中，对设计时间和重现期都作出了相应的规定，根据这些规定，在 3.1.1 条中可得到所需的设计降雨厚度。

#### 4.2.4 规定汇水面积的确定方法。

屋面雨水流量计算时，汇水面积的计算原理和方法见图 2。

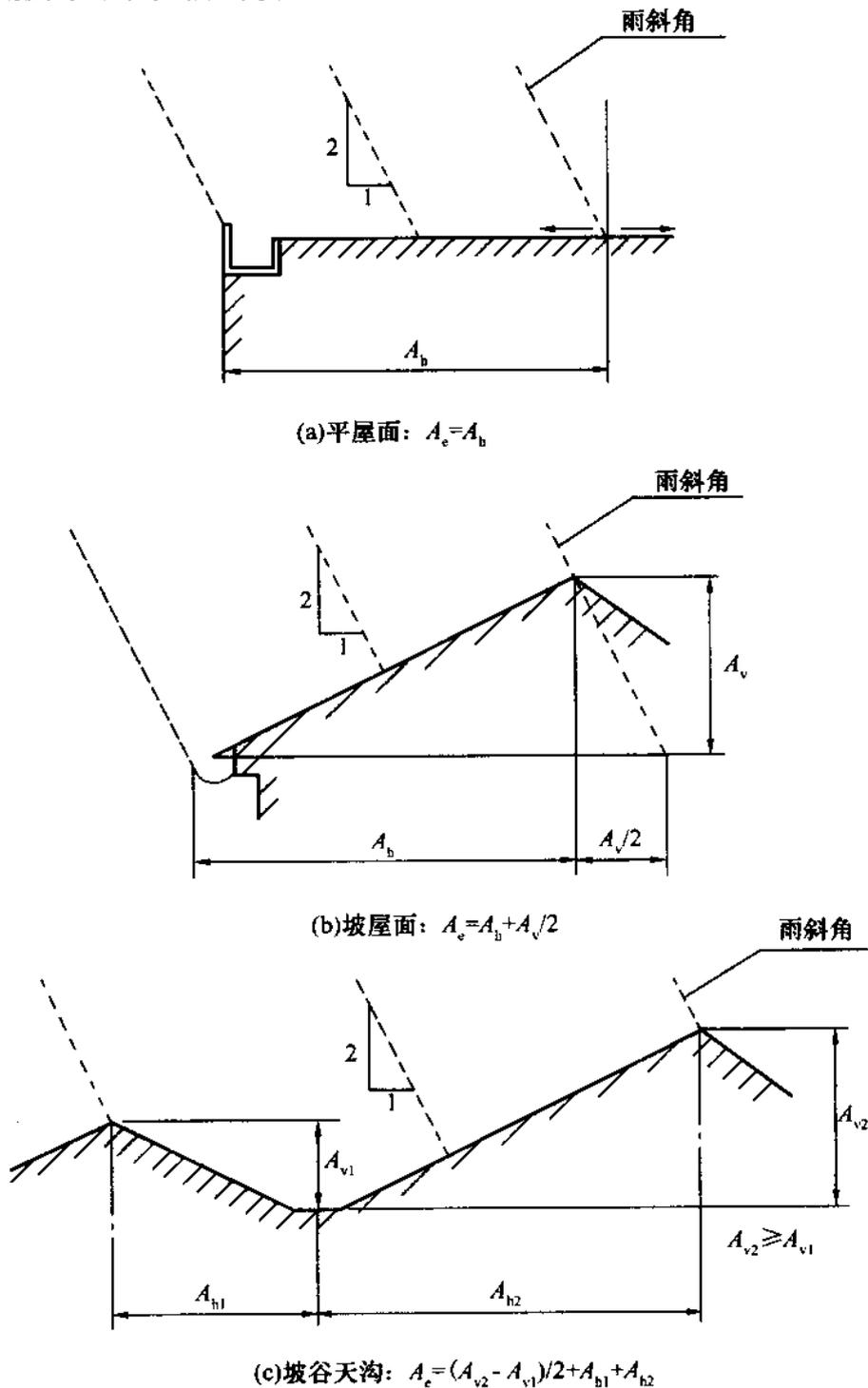
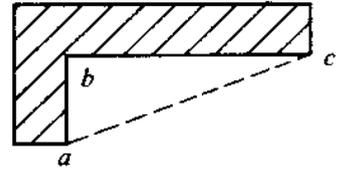


图 2 屋面有效集水面积计算

当斜坡屋面的竖向投影面积与水平投影面积之比超过 10% 时，可以认为斜坡较大，附加面积不可忽略。

高出汇水面的侧墙有多面时，应附加有效受水加面积的 50%，有效受水面积的计算如图 3 所示，图中 ac 面为有效受水面。

雨水总量计算时则只需按水平投影面积计，不附加竖向投影面积和侧墙面积，因总雨量的大小不受这些因素的影响。



#### 4.2.5 规定设计暴雨强度的计算公式。

本条所列的计算公式是国内已普遍采用的公式。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采用。

图 3 双面侧墙有效受水面图示

条文中要求乘 1.5 的系数主要基于以下考虑：近几年发现有工程天沟向室内溢水，分析原因可能是由于实际的集水时间比 5min 小造成流入天沟的雨强比计算值大，而雨水系统的设计排水能力又未留余量，且天沟无调蓄雨量的能力，于是出现冒水。乘 1.5 的系数，可使计算的暴雨强度不再小于实际发生的暴雨强度。

#### 4.2.6 规定雨水利用工程中三种不同性质的雨水管渠的设计重现期。

1 雨水储存、渗透、处理回用等设施的规模，都是按一定重现期的降雨量设计的。向这些设施输送雨水的管渠，应具备输送这些雨水量的能力，因此，管渠流量的设计重现期当适应此要求。严格讲，按同一重现期计算的流量和雨量之间并没有确定的匹配关系，因为二者的统计取样的样本并不一致，且是各自独立取样。此条的规定是作了简化近似处理，假定二者之间相匹配，由此推荐管渠流量计算重现期随雨水利用设施的雨量计算重现期而变。

2 屋面雨水收集系统担负着双重功能：一方面向雨水利用设施输送雨水，另一方面要将屋面雨水及时排走，维护屋面安

全，所以设计重现期按排水要求制定，其中外檐沟排水时出现溢流不会影响建筑物，故重现期取值较小。虹吸式系统无能力排超设计重现期雨水，故应取高限值，以减少溢流事故，半有压流系统留有排超设计重现期雨水的余量，故取低限值。

表 12 尝试引用安全度对虹吸屋面雨水排水系统的设计重现期作了偏向安全的考虑，供设计参考。降雨设计重现期的大小直接影响到设计安全度和工程费用，是重要的设计参数。《建筑给水排水设计规范》1997 年版 3.10.23 条规定：设计重现期为一年的屋面渲泄能力系数，在屋面坡度小于 2.5% 时宜为 1，坡度等于及大于 2.5% 的斜屋面系数宜为 1.5~3.0。这仅考虑了屋面坡度大小对屋面雨水泄流量的影响，其他因素未能包括在内。2003 年修订后的《建筑给水排水设计规范》对设计重现期作了较大的变动，考虑了建筑物的使用功能和重要性，但也存在不够全面的问题。

表 12 屋面暴雨设计重现期

屋面类型和安全要求	设计重现期 (a)
外檐沟	1~2
一般性建筑物平屋面	2~5
屋面积水使屋面开口或防水层泛水，影响室内使用功能或造成水害	10~20
屋面积水荷载影响屋面结构安全重要的公共建筑物	20~50

3 溢流外排管渠的设计重现期应高于雨水利用设施的设计重现期。若二者重现期相等，雨水几乎全部进入利用设施，则外排量很少，使外排管径过小，遇大雨时场地内的积水时间比无雨水利用时延长。条文中表 4.2.6-2 引自《建筑给水排水设计规范》GB 50015 - 2003。

#### 4.2.7 规定雨水管渠设计降雨历时的计算公式。

设计降雨历时的概念是集流时间，集流时间是汇水面集流时间和管渠内雨水流行时间之和。增加折减系数  $m$  使设计降雨历

时等于集流时间的概念发生了变化，由此算得的设计流量也不是集水面最大流量，而是已经被压缩后的流量。雨水利用工程与传统的小区雨水排除工程不同，雨水流量计算不仅是要确定管径，更用于确定水量和调节容积，因此，令  $m=1$ ，意欲取消其“压缩流量”的作用。

## 4.3 系统选型

**4.3.1 规定雨水利用系统选型原则和多系统组合时各系统规模大小的确定原则。**

要实现条款 4.1.5 所规定的雨水利用规模，可以通过 4.1.1 条中规定的一种或两种系统型式实现，并且雨水利用由两种系统组合而成时，各系统雨水利用量的比例分配，又有多种选择。不管各利用系统如何组合，其总体的雨水利用规模应达到 4.1.5 条的要求。

技术经济比较中各影响因素的定性描述如下：

**雨量：**雨量充沛而且降雨时间分布较均匀的城市，雨水收集回用的效益相对较好。雨量太少的城市，则雨水收集回用的效益差。

**下垫面：**下垫面的类型有绿地、水面、路面、屋面等，绿地及路面雨水入渗、水面雨水收集回用来得经济，屋面雨水在室外绿地很少、渗透能力不够的情况下，则需要回用，否则可能达不到雨水利用总量的控制目标。

**供用水条件：**城市供水紧张、水价高，则雨水收集回用的效益提升。用水系统中若杂用水量小，则雨水回用的规模就受到限制。

**4.3.2 推荐入渗为地面雨水的利用方案。**

小区中的下垫面主要有：地面、屋面、水面等，地面包括绿地和路面等。地面雨水优先采用入渗的原因如下：绿地雨水入渗利用几乎不用附加额外投资，若收集回用则收集效率非常低，不经济；路面雨水污染程度高，若收集回用则水质处理工艺较复

杂，不经济，进行入渗可充分利用土壤的净化能力；根据德国的雨水入渗规范，雨水入渗适用于居住区的屋面、道路和停车场等雨水；保持土壤湿度对改善环境有积极意义。

#### 4.3.3 规定水面雨水的利用方式。

景观水体的水面较大，降落的雨水量大，应考虑利用。水面上的雨水受下垫面的污染最小，水质最好，并且收集容易，成本低，无需另建收集设施，一般只需在水面之上、溢流水位之下预留一定空间即可，因此，水面上的雨水应储存利用。雨水用途可作为水体补水，也可用于绿地浇洒等。

#### 4.3.4 规定屋面雨水利用方式及考虑因素。

屋面雨水的利用方式有三种选择：雨水入渗、收集回用、入渗和收集回用的组合。入渗和收集回用相组合是指屋面雨水一部分雨水入渗，一部分处理回用。组合方式的雨水收集有以下两种形式，其中第一种形式对收集回用设施的利用率较高，有条件时宜优先采用。

形式一，屋面的雨水收集系统设置一套，收集雨量全部进入雨水储罐或雨水蓄水池，多出的雨水经重力溢流进入雨水渗透设施；

形式二，屋面雨水收集系统分开设置，分别与收集回用设施和雨水渗透设施相对应。

对于一个具体项目，屋面雨水是采用入渗，还是收集回用，或是入渗与收集回用相组合，以及组合双方相互间的规模比例，比较科学的决策方法是通过技术经济比较确定。

1 城市缺水，雨水收集回用的社会和经济效益增大。

2 渗水面积和渗透系数决定雨水入渗能力。雨水入渗能力大，则利于雨水入渗方式。屋面绿化是很好的渗透设施，有条件时应尽量采用。覆土层小于 100mm 的绿化屋面径流系数仍较大，收集的雨水需要回用或在室外空地入渗。

3 净化雨水的需求量大且水质要求不高时，则利于收集回用方式。净化雨水的的需求按 4.3.10 条确定。

**4 杂用水量**和降雨量季节变化相吻合，是指杂用水在雨季用量大，非雨季用量小，比如空调冷却用水。二者相吻合时，雨水池等回用设施的周转率高，单方雨水的成本降低，有利于收集回用方式。

**5 经济性**涉及自来水价、当地政府的雨水利用优惠政策、项目建设条件等因素。

需要注意的是，有些项目不具备选择比较的条件。比如，绿地面积很小，屋面面积很大，土壤的入渗能力无法负担来自于屋面的雨水，这就只能进行收集回用。

屋面雨水收集回用的主要优势是雨水的水质较好和集水效率高，收集回用的总成本低于城市调水供水的成本。所以，屋面雨水收集回用有技术经济上的合理性。

#### **4.3.5 推荐屋面雨水优先考虑用于景观水面补水。**

景观水体具有较大的景观水面，该水体一般设有水循环等水质保护设施。屋面雨水进入水体蓄存用作补水，可不加设水质处理设施，这是屋面雨水回用最经济的方式。室外土壤有充足的入渗能力接纳屋面雨水，则屋面雨水选择入渗利用往往来得经济。另外，景观水面本身所容纳的降雨应该蓄存起来利用。

#### **4.3.6 推荐屋面雨水优先选择收集回用方式的条件。**

**1** 当雨水充沛，且时间上分布均匀，则收集回用设施的利用率高，单方回用雨水的投资少，利于收集回用方式；

**2** 见 4.3.4 条第 3 款说明。

#### **4.3.7 推荐屋面收集雨水量多、回用系统用水量少时的处置方法。**

回用水量小指回用管网的用水量小。也有工程虽然雨水需用量大，但由于建筑物条件限制蓄水池建不大。在这些情况下，屋面收集来的雨水相对较多。这时可通过蓄水池溢流使多余雨水进入渗透设施。这种方式比把屋面雨水收集分设为两套系统分别服务于入渗和回用来得划算，平时较小些的降雨都优先进入了蓄水池，供雨水管网使用，这相对扩大了平时雨水的回用量，并增大

蓄水池、处理设备的利用率，因此使回用水的单方综合造价降低。

收集雨水量多、回用系统用水量少的判别标准按 7.1.2 条进行。

#### 4.3.8 推荐大型公共建筑和有水体项目的雨水利用方式。

大型屋面建筑收集雨水量大，雨水需求量比例相对高，因而回用雨水的单方造价低。同时，大型屋面公建的室外空地一般较少，可入渗的土壤面积少。故推荐采用收集回用方式。

设有人工水体的项目需要水景补水，用雨水做补水有如下原因：第一，国家《住宅建筑规范》GB 50368 - 2005 不允许使用自来水；第二，水景中一般设有维持水质的处理设施，收集的雨水可直接进入水景，不另设处理设施。

#### 4.3.9 规定雨水蓄存排放系统的选用条件。

蓄存排放系统的主要作用是削减洪峰流量，抑制洪涝，欧洲和日本有不少这类工程实例。此外，有的场地或小区要求不积水，雨水要迅速排干，而下游的雨水排除设施能力有限，这时也需要利用蓄存排放设施调节雨水量。

#### 4.3.10 推荐回用雨水的用途。

循环冷却水系统包括工业和民用，工业用冷却补水的水质要求不高，水质处理简单，比较经济；民用空调冷却塔补水虽然水质要求高，但用水季节和雨季非常吻合且用量大，可提高蓄水池蓄水的周转率。

雨水用于绿化和路面冲洗从水质角度考虑较为理想，但应考虑降雨后绿地或路面的浇洒用水量会减少，使雨水蓄水池里的水积压在池中，设计重现期内的后续（3 日内或 7 日内）雨水进不来，导致减少雨水的利用量。

#### 4.3.11 推荐雨水不宜和中水原水混合。

雨水和中水原水分开处理不宜混合的主要原因如下：

第一，雨水的水量波动太大。降雨间隔的波动和降雨量的波动和中水原水的波动相比不是同一个数量级的。中水原水几乎是

每天都有的，围绕着年均日用水量上下波动，高低峰水量的时间间隔为几小时。而雨水来水的时间间隔分布范围是几小时、几天、甚至几个月，雨量波动需要的调节容积比中水要大几倍甚至十多倍，且池内的雨水量时有时无。这对水处理设备的运行和水池的选址都带来了不可调和的矛盾。

第二，水质相差太大。中水原水的最重要污染指标是  $BOD_5$ ，而雨水污染物中  $BOD_5$  几乎可以忽略不计，因此处理工艺的选择大不相同。

另外，日本的资料《雨水利用系统设计实务》中雨水储存和处理也是和中水分开，见图 4。

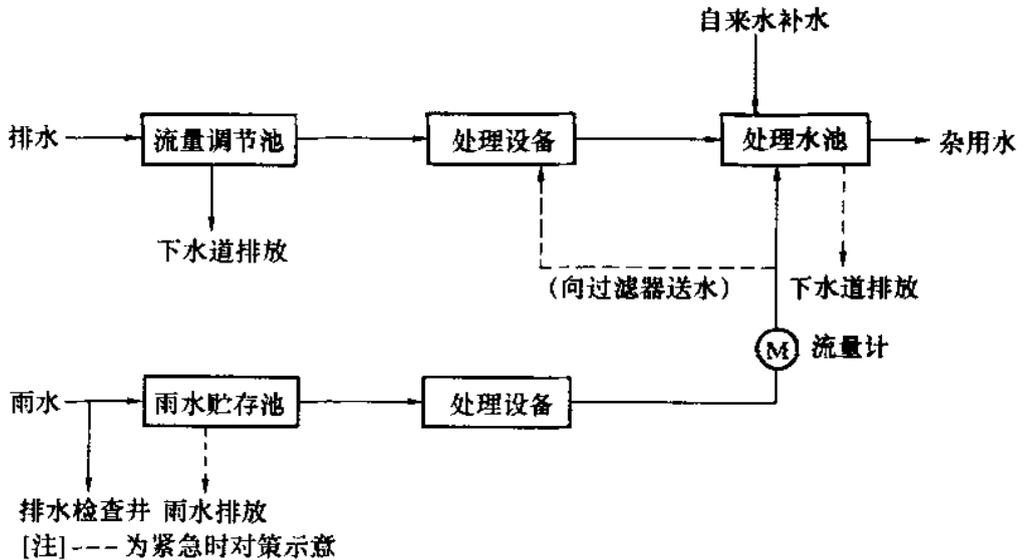


图 4 雨水、中水结合的工艺流程图

## 5 雨水收集

### 5.1 一般规定

#### 5.1.1 对屋面做法提出防雨水污染的要求。

屋面是雨水的集水面，其做法对雨水的水质有很大影响。雨水水质的恶化，会增加雨水入渗和净化处理的难度或造价。因此屋面的雨水污染需要控制。

屋面做法有普通屋面和倒置式屋面。普通屋面的面层以往多采用沥青或沥青油毡，这类防水材料暴露于最上层，风吹日晒加速其老化，污染雨水。北京建筑工程学院的监测表明，这类屋面初期径流雨水中的  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  浓度可高达上千。

倒置式屋面（IRMAROOOF）就是“将憎水性保温材料设置在防水层上的屋面”。倒置式屋面与普通保温屋面相比较，具有如下优点：防水层受到保护，避免热应力、紫外线以及其他因素对防水层的破坏，并减少了防水材料对雨水水质的影响。

新型防水材料对雨水的污染也有减少。新型防水材料主要有高聚物改性沥青卷材、合成高分子片材、防水涂料和密封材料以及刚性防水材料和堵漏止水材料等。新型防水材料具有强度高、延性大、高弹性、轻质、耐老化等良好性能，在建筑防水工程中的应用比重日益提高。根据工程实践，屋面防水重点推广中高档的 SBS、APP 高聚物改性沥青防水卷材、氯化聚乙烯-橡胶共混防水卷材、三元乙丙橡胶防水卷材。

种植屋面可减小雨水径流、提高城市的绿化覆盖率、改善生态环境、美化城市景观。由于各类建筑的屋面、墙体以及道路等均属于性能良好的“大型蓄热器”，它们白天吸收太阳光的辐射能量，夜晚放出热量，造成市区夜间的气温居高不下，导致市区气温比郊区气温升高  $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。如能将屋面建造成种植屋面，在

屋面上广泛种植花、草、树木，通过屋顶绿化，实现“平改绿”，可以缓解城市的“热岛效应”。据报道，种植屋面顶层室内的气温将比非种植屋面顶层室内的气温要低 3~5℃，优于目前国内的任何一种屋面的隔热措施，故应大力提倡和推广。

**5.1.2** 规定屋面雨水管道系统应设置雨水斗，且雨水斗应符合标准。

管道进水口设置雨水斗的作用主要是：第一，拦截固体杂物；第二，对雨水进入管道进行整流，避免水流在斗前形成过大旋涡而增加屋面水深；第三，满足一定水深条件下的排水流量。

为阻挡固体物进入系统，雨水斗应配有格栅（滤网）；为削弱进水旋涡，雨水斗入水口的上方应设置盲板；雨水斗应经过水力测试，包括流量与水位的关系曲线，最大设计流量和水位，局部阻力系数（虹吸式斗），并经主管检测单位认可。

雨水斗的这些性能通过国家、行业标准进行约束和保障。65型、87型系列雨水斗以国家标准图的形式在全国广泛应用，并经受了 20 余年的运行实践，成为性能有保障的雨水斗。

本条的规定不排斥建筑师设计外落雨水管时采用简易雨水斗。该雨水斗按建筑专业标准图设计，现场制作。

**5.1.3** 对雨水管道系统提出均匀布置的要求。

本条主要指在布置立管和雨水斗连向立管的管道时，尽量创造条件使连接管长接近，这是雨水收集的特殊要求。这样做可使各雨水斗来的雨水到达弃流装置的时间相近，提高弃流效率。

**5.1.4** 规定屋面雨水设计流量的计算公式。

屋面雨水设计流量按（4.2.1-2）式计算，式中的流量径流系数  $\psi_m$  按表 4.2.2 选取；设计暴雨强度  $q$  按（4.2.5）式计算，式中的设计重现期、降雨历时按 4.2.6 条、4.2.7 条要求选取；汇水面积  $F$  按 4.2.4 条要求计算。

**5.1.5、5.1.6** 推荐雨水收集系统的选择。

半有压屋面雨水系统（65、87 型雨水斗系列雨水系统属于此范畴）以实验室实尺模型实验和丰富的试验数据为基础，建立

起一套系统的设计方法和设计参数，已经历了全国 20 余年的工程运行。该系统设计安装简单、性能可靠，是我国目前应用最广泛、实践证明安全的雨水系统，设计中宜优先采用。

虹吸式屋面雨水系统根据管网水力计算结果进行设计，系统的尺寸大为减小，各雨水斗的入流量也都能按设计值进行控制，并且横管坡度的有无对设计工况的水流不构成影响。这些优点在大型屋面建筑的应用中凸显出来。但该系统没有余量排除超设计重现期雨水，对屋面的溢流设施依赖性极强。

重力流屋面雨水系统是《建筑给水排水设计规范》GB 50015-2003 推出的系统，并规定：不同设计排水流态、排水特征的屋面雨水排水系统应选用相应的雨水斗（4.9.14 条），因为“雨水斗是控制屋面排水状态的重要设备”。

本规范没有首推选用重力流系统主要基于以下原因：

- 1 目前实际工程中仍普遍采用 65、87 型雨水斗；
- 2 重力流系统的雨水斗要求自由堰流进水和超设计重现期雨水应由溢流设施排放，在实际工程中难以实现；
- 3 重力流的设计方法不适用于 65 型、87（79）型雨水斗。因为 65 型、87（79）型雨水斗雨水系统要求严格，比如：一个悬吊管上连接的雨斗数量不超过 4 个、多斗系统的立管顶端不得设置雨水斗、内排水采用密闭系统等。

#### 5.1.7 规定屋面雨水收集的室外输水管的设计方法。

屋面雨水汇入雨水储存设施时，会出现设计降雨重现期的一致。雨水储存设施的重现期按雨水利用的要求设计，一般 1~2 年，而屋面雨水的设计重现期按排水安全的要求设计。后者一般大于前者。当屋面雨水管道出户到室外后，室外输水管道的重现期可按雨水储存设施的值设计。由于其重现期比屋面雨水的小，所以屋面雨水管道出建筑外墙处应设雨水检查井或溢流井，并以该井为输水管道的起点。

允许用检查口代替检查井的主要原因是：第一，检查口不会使室外地面的脏雨水进入输水管道；第二，屋面雨水较为清洁，

清掏维护简单。检查口、井的设置距离参考了室外雨水排水管道的检查井距离。

#### **5.1.8 规定屋面雨水收集系统独立、密闭设置。**

屋面雨水系统独立设置，不与建筑污废水排水连接的意义有：第一，避免雨水被污废水污染；第二，避免雨水通过污废水排水口向建筑内倒灌雨水。

屋面雨水系统属有压排水，在室内管道上设置敞开式开口会造成雨水外溢，淹损室内。

#### **5.1.9 规定阳台雨水不与屋面雨水立管连接。**

屋面雨水立管属有压排水管道，在阳台上开口会倒灌雨水。

#### **5.1.10 规定收集系统设置弃流设施。**

初期径流雨水污染物浓度高，通过设置雨水弃流设施可有效地降低收集雨水的污染物浓度。雨水收集回用系统包括收集屋面雨水的系统应设初期径流雨水弃流设施，减小净化工艺的负荷。根据北京建筑工程学院的研究结果，北京屋面的径流经初期 2mm 左右厚度的弃流后，收集的雨水  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  浓度可基本控制在 100mg/L 以内（详见第 3.1.2 条说明）。植物和土壤对初期径流雨水中的污染物有一定的吸纳作用，在雨水入渗系统中设置初期径流雨水弃流设施可减少堵塞，延长渗透设施的使用寿命。

## **5.2 屋面集水沟**

### **5.2.1 推荐屋面设集水沟并要求水力计算。**

屋面雨水集水沟是屋面雨水系统实现有组织排水的重要组成部分，屋面雨水集水沟的设计应进行优化。在选择屋面雨水系统时，应优先考虑天沟集水。

屋面集水沟包括天沟、边沟和檐沟等，是屋面集水的一种形式。其优点是可减少甚至不设室内雨水悬吊管，是经济可靠的屋面集雨形式。屋面雨水集水沟的排泄量应与雨水斗的出流条件相适应。在集水沟内设置雨水斗时，雨水斗的设计泄流量应与集水

沟的设计过水断面相匹配，否则雨水斗的设计泄流量将受到集水沟排水能力的制约和相互影响。因此，不应忽视集水沟排水能力的水力计算。

集水沟的水力计算主要解决如下问题：

- 1) 计算集水沟的泄水能力；
- 2) 确定集水沟的尺寸和坡度。

需要注意：屋面雨水集水沟要求的屋面荷载和最大设计水深应经结构和建筑师的认可。

### 5.2.3 推荐集水沟的坡度设置，并要求设雨水出口。

在北方寒冷地区，因冻胀问题容易破坏沟的防水层，所以天沟和边沟不宜做平坡。自由出流雨水出口指集水沟的排水量不因雨水出口（包括雨水斗）而受到限制。

### 5.2.4 规定集水沟的水力计算要求。

屋面集水沟往往采用平坡，即坡度为 0，按照现有的计算公式则无法计算。本条推荐的计算方法属经验性质，供计算时参考。

### 5.2.5~5.2.10 规定平底集水沟的经验计算方法。

屋面集水沟的水力计算采用了欧洲标准 EN12056-3（2000 年英文版）“室内重力流排水系统”中的有关公式和条文。要求雨水出口能不受限制地排除集水沟的水量。所列公式把长沟和短沟、半圆形沟和矩形沟、天沟和檐沟、平沟和有坡度的沟区分开来计算，应用方便。与其他公式比较，计算结果偏向安全。

当集水沟的坡度大于 0.003 时，应按现有的公式进行水力计算。

集水沟断面的计算方法：先假定沟断面尺寸、坡度并布置雨水排水口，然后用以上各节的方法计算沟的排水量与设计的雨水量比较，如果差别大则应修改沟的尺寸或增加雨水排水口数量，进行调整计算。

### 5.2.11 规定集水沟的溢流设置。

集水沟的溢水按薄壁堰计算，见下式：

$$q_e = \frac{L_e \cdot h_e^{\frac{3}{2}}}{2400}$$

式中  $q_e$ ——溢流堰流量 (L/s);  
 $L_e$ ——溢流堰锐缘堰宽度 (m);  
 $h_e$ ——溢流高度 (m)。

当女儿墙上设溢流口时, 溢水按宽顶堰计算, 见下式:

$$B_e = \frac{g_e}{M \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot h_e^{\frac{3}{2}} \cdot 1000}$$

式中  $B_e$ ——溢流堰宽度 (m);  
 $g_e$ ——溢流量 (L/s);  
 $g$ ——重力加速度 (m/s<sup>2</sup>);  
 $M$ ——收缩系数, 取 0.6。

宽顶堰计算公式采用德国工程师协会准则 VD 13806 - 2000 “屋面虹吸排水系统”中的公式。薄壁堰计算公式采用欧洲标准 EN12056-3 “室内重力流排水系统”中的公式。

### 5.3 半有压屋面雨水收集系统

半有压屋面雨水收集系统是在 1997 年版的《建筑给水排水设计规范》GBJ 15 - 88 的雨水系统基础上改进来的。该系统中的雨水斗可采用 65 型、87 型斗, 系统的设计原理及方法是依据 20 世纪 80 年代我国雨水道研究组水气两相混掺流体在重力-压力作用下的运动试验。本规范采用“半有压”称谓取自于《全国民用建筑工程设计技术措施——给水排水》和《建筑给水排水工程》(第五版)。

本规范对原有系统的改进主要是增大了雨水斗、悬吊管及横管、立管的泄水能力, 主要依据有两点:

1 该系统已被 20 余年的运行实践证明是安全的, 原来的服务屋面面积无理由减小。目前屋面降雨设计重现期从原规范的 1 年放大到了 2~5、10 年, 使系统服务面积上的计算雨水流量增

大，所以，系统的泄流量需相应调整增大，以保持原服务面积。比如，对坡度小于 2.5% 的屋面，北京和上海 5 年重现期的计算雨量是 1 年重现期的 1.57 倍，见表 13，所以系统允许的泄水能力应相应扩大到原来的 1.57 倍，才能使原有的服务面积不变。

表 13 北京和上海不同重现期下的降雨强度两重现期  $q_5$  之比

重现期 $P$ (年)	$P=5$		$P=3$		$P=1$	
北京 $q_5$ [L/(s·hm <sup>2</sup> )]	5.06	1.57 倍	4.48	1.39 倍	3.23	1
上海 $q_5$ [L/(s·hm <sup>2</sup> )]	5.29	1.57 倍	4.68	1.39 倍	3.36	1

2 原系统约 20 余年的实践运行经验表明，系统预留的排水余量可适量减小。

### 5.3.1 规定雨水斗的排水性能。

65 型、87 型属于半有压型雨水斗，该斗具有优良的排水性能，典型标志是排水时掺气量小。半有压屋面雨水系统的设置规则以这些雨水斗为基础建立。

根据表 13，设计重现期从原来的 1 年提高到目前的 3 年之后，为保持雨水斗原有的服务面积能力不变，雨水斗的排水流量应扩大到 1.39 倍（以北京、上海为例），如表 14。但出于保守考虑，本规范表 5.3.1 对多斗悬吊管上的大部分斗并未取如此高的值，这使得雨水斗的服务面积比原规范 GBJ 15 - 88 有所减少。

表 14 流量对照表

雨水斗口径(mm)	原排水流量(L/s)	1.39 倍流量(L/s)	本规范排水流量(L/s)
DN100	12	16.7	12~16
DN150	26	36.1	26~36

从我国雨水道研究组的试验数据分析，表 5.3.1 中雨水斗的排水能力也是可行的。图 5 是 DN100 雨水斗排水量试验曲线。在该试验条件下，雨水斗的进水流量随斗前水位的缓慢上升而迅

速增大。当斗前水位从 0 上升到 100mm，则进水量从 0 增大到 35L/s。之后，水位迅速抬升，但进水量基本不再增加。表 5.3.1 中数据上限值取 16 L/s（斗前水深约 60mm）而未取 35L/s（斗前水深约 100mm），预留了足够的安全余量排除超设计重现期雨水。其余口径的雨水斗试验曲线与此相似。

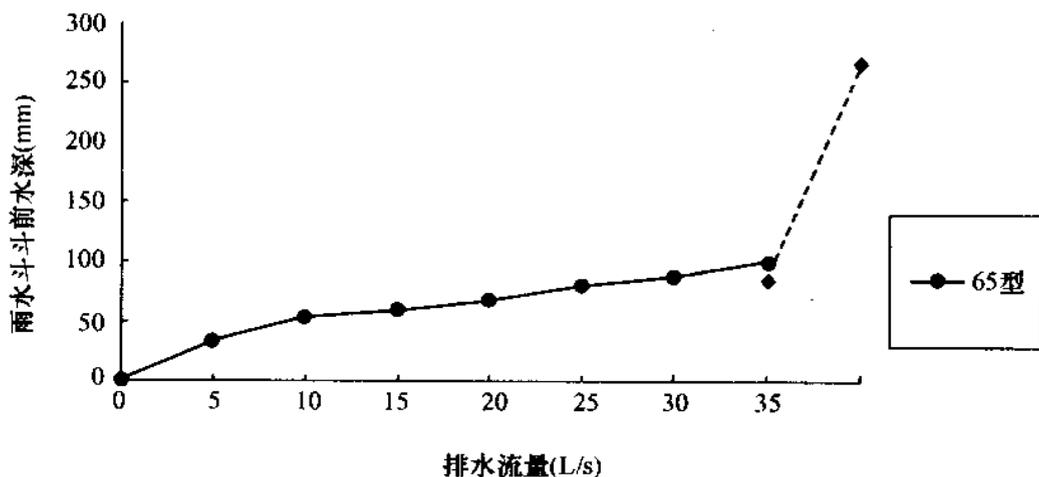


图 5 雨水斗排水流量特性图

测试资料证明，多斗悬吊管系统中的最大负压产生在悬吊管的末端、立管的顶部。近立管的雨水斗受负压抽吸较大，泄流量大，而离立管远的雨水斗受负压抽吸作用较小，泄流量小。这种差异随斗前水深的增加而更加明显。表 15 为清华大学等 1973 年《室内雨水架空管系试验报告》中的斗间流量差异资料，表中  $L$  是两斗之间的距离， $h$  为斗前水深。

表 15 双斗悬吊管远斗与近斗的流量比值

$L$ (m) \ $h$ (mm)	8	16	24	32
60	0.90	0.90	0.90	0.90
70	0.72	0.70	0.62	0.60
100	0.55	0.45	0.40	0.35

### 5.3.2 规定雨水斗格栅。

格栅的作用是拦截屋面的固体杂物。格栅进水孔应具有一定面积，以保证雨水斗有足够的通水能力，并控制雨水斗进水孔被堵的几率。根据我国雨水道研究组总结国内外雨水斗的功能，推荐进水孔面积与雨水斗排出口面积之比为 2 左右。

条文规定格栅便于拆卸，目的是便于清理格栅上的污物等。

### 5.3.3 规定多斗系统雨水斗的布置方式。

雨水斗对立管作对称布置，包括了管道长度或者阻力的对称，即各斗接至立管的管道长度或阻力尽量相近。

在流体力学规律支配下，距立管近的雨水斗和距立管远的雨水斗至排放口的管道摩阻应保持相同，这就造成近斗与远斗泄流量差异很大。规定雨水斗宜与立管对称布置的目的是使各雨水斗的泄流量均衡，避免屋面积水。

悬吊管上的负压线坡向立管，立管顶端的负压对悬吊管起着抽吸作用。负压的大小将影响到连接管和雨水斗的泄流能力。若在立管顶端设雨水斗，则将大量进气而破坏负压，影响管系的排泄能力。

### 5.3.5 推荐一根悬吊管连接的雨水斗数量。

实际工程难于实现同程或同阻，故本条控制 4 个雨水斗。为减小雨水斗之间排水能力的差别，设计时应尽量创造条件使 4 个斗同程或同阻。

### 5.3.7 规定雨水悬吊管的清扫口和检修措施。

雨水悬吊管的清扫和检修措施是很重要的，悬吊管上设检查口或带法兰盘的三通管，其间距不大于 20m，位置靠近柱、墙，目的是便于维修时疏通。

### 5.3.8 规定悬吊管的敷设坡度和最大排水能力。

我国雨水道研究组的试验表明，悬吊管中的压（力）降比管道的坡降大得多，见图 6。图中横坐标为悬吊管上测压点距排水雨水斗的长度，纵坐标为悬吊管内的压力（mm 水柱）。悬吊管内的水流运动主要是受水力坡降的影响，而不是管道敷设坡度。条文中推荐 0.005 的敷设坡度主要是考虑排空要求。

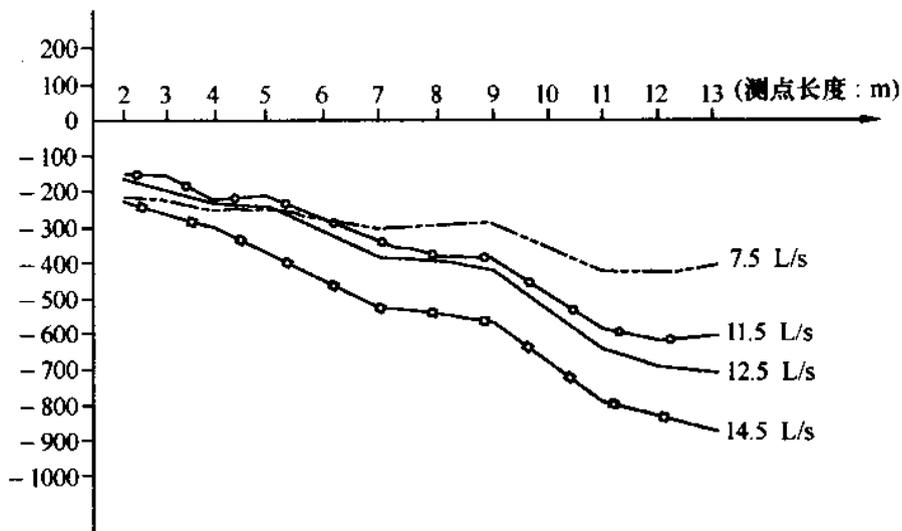


图6 悬吊管中压降

本条多斗悬吊管排水能力表格中的水力坡降指压力坡降，管道敷设坡降很小，可忽略不计。水流的主要作用水头为两部分之和：悬吊管到屋面的几何高差 + 立管顶端的负压（速度头忽略）。立管顶端的负压见试验曲线（见图7）。最大负压值随流量的增加和立管高度的增加而变大。条文中偏保守取值 $-0.5\text{m}$ 水柱（ $0.005\text{MPa}$ ），以便流量计算安全。

对于单斗悬吊管，排水能力不必计算，根据雨水斗的口径设置横管和立管管径。

### 5.3.9 规定雨水立管的排水流量。

根据清华大学等单位对室内雨水管道系统的试验研究报告，雨水立管的泄流能力与立管的高度、管径和管道的粗糙系数有关。雨水在立管中的水流状态是：随着流量增加，流态逐渐从附壁流、掺气流、直至一相流，从无压流（重力流）逐渐过度到有压流。科研组还对工程实践中出现的天沟溢水和检查井冒水现象作了分析，其中有实例按有压流的计算方法设计管道，造成天沟冒水事故。科研组最后结合试验确定，管道的设计要考虑为承受可能出现的超设计重现期暴雨留有一定的余地，以策安全。立管的设计流态应取介于重力流（无压流）和有压流之间的重力-压

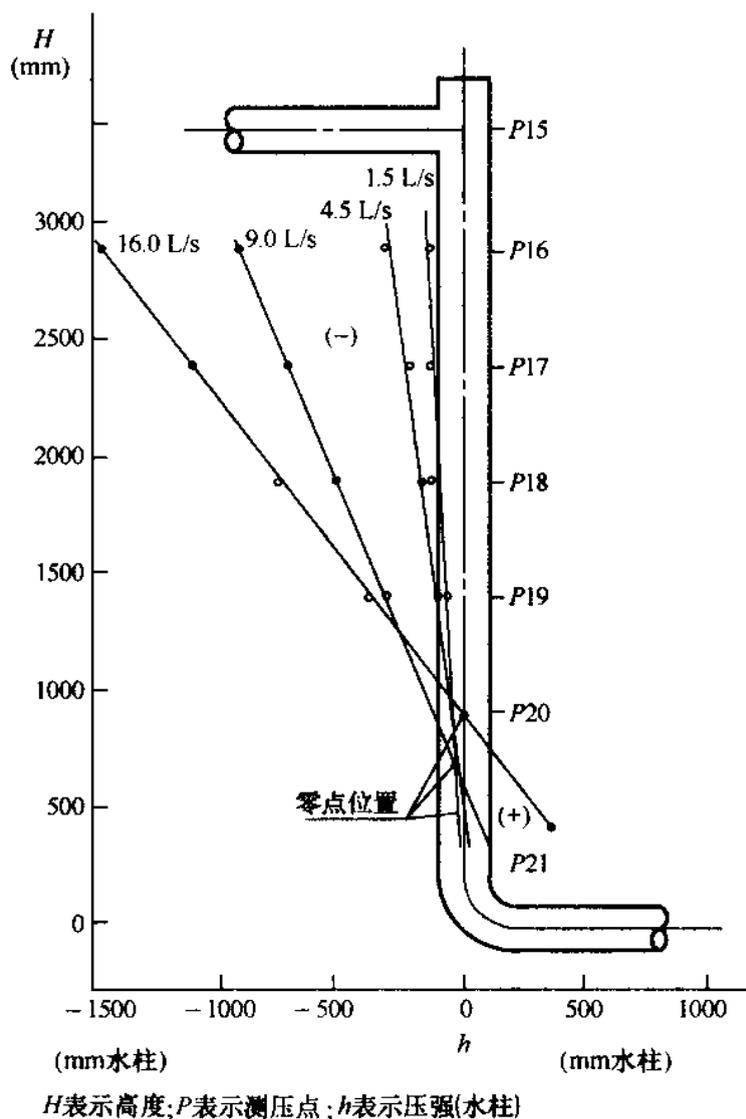


图7 立管压力分布曲线

力流。因此，本条文推荐的雨水立管排水流量约为试验排水流量的60%~70%。

例如，根据历次测试分析，在立管进水高度4.2~6.0m和12m的情况下，100mm管径立管的最大排泄能力 $Q_{max}$ 为23~33L/s，规范条文中相应地取19~25 L/s。如果立管的高度增加，则排水能力相应增大。

另外根据表14，设计重现期从原来的1年提高到3年之后，

为保持雨水立管原有的服务面积能力不变，立管的排水流量应扩大到 1.39 倍（以北京、上海为例），如表 16。但出于保守考虑，条文中表 5.3.9 的数据并未取如此高的值，这使得雨水立管的服务面积比原规范 GBJ 15-88 有所减少。

表 16 流量对照表

管径 (mm)	100	150	200
原排水流量 (L/s)	19	42	75
1.39 倍流量 (L/s)	26.4	58.4	104.3
本规范排水流量 (L/s)	19~25	42~55	75~90

### 5.3.10 规定各种安装高度的雨水斗与立管的连接条件。

在设计流量小于立管最大排水能力的条件下，可将不同高度的雨水斗接入同一立管，这引自 1997 年版《建筑给水排水设计规范》3.10.13 条，其主要依据是我国雨水道研究组的测试资料。但在实际工程中，为了避免当超设计重现期的雨水进入立管时，影响较低雨水斗的正常排水或系统故障对排水能力造成影响，一般高差太大的雨水斗不接入同一立管或系统。本规范条文中推荐的高差是经验值。

### 5.3.11 规定无溢流口的屋面雨水立管不得少于两根。

屋面一般都要设置雨水溢流口，用于屋面积水时排水，屋面积水可能是降雨过大引起，也可能是系统堵塞引起（比如树叶、塑料布等堵塞雨水斗）。但有时屋面确实难以设置溢流口，这样的屋面就需要布置两个或以上的立管，当然雨水斗也就不会少于两个。

### 5.3.12 规定立管底部设检查口。

立管底部设检查口可选择设在立管上，也可设在横管的端部。

### 5.3.13 规定管材和管件的选用要求。

雨水管道特别是立管要有承受正、负两种压力的能力。竣工验收时管道内灌满水形成正压，压力值（以水柱表示）与建筑高

度一致；运行中出现大雨时特别是超设计重现期大雨时管道内会产生很大负压。金属管承受正、负压的能力都很大，没有被吸瘪的隐患，故宜优先选用。对非金属管道提出抗负压要求是工程中有的塑料管下雨时被吸瘪的经验总结。

#### 5.4 虹吸式屋面雨水收集系统

在应用虹吸式屋面雨水收集系统时应注意如下事项：

- 1) 水力计算在虹吸式屋面雨水系统的设计中非常重要，基础数据必须准确，要求具有长期降雨强度重现期的标准气象资料；
- 2) 屋面雨水集水沟是屋面雨水系统实现有组织排水的重要组成部分，雨水系统专业承包商在系统的设计和计算中应包括屋面集水沟部分；
- 3) 该系统应能使虹吸效应尽快形成，避免屋面或天沟的水位超过设计水深；
- 4) 必须考虑雨水斗格栅对集水沟中或平屋面水位的影响。
- 5) 天沟内不考虑存蓄雨水。
- 6) 安装在平屋面上的雨水斗，宜采用出口直径不超过 DN50、流量不超过 6L/s 的雨水斗。

##### 5.4.1 规定设置溢流设施及其溢流能力。

虹吸式屋面雨水收集系统按水一相满流作为设计工况，无余量排超设计重现期雨水，降雨一旦超过设计重现期便屋面积水，溢流排水设施是该系统不可分割的组成部分，屋面必须设置溢流口。溢流能力和虹吸系统的排水能力之和不小于 50 年重现期的降雨径流量。

##### 5.4.2 推荐不同高度的雨水分别设置独立的收集系统。

本条含两层意思：1) 不同高度的雨水斗分别设置独立的收集系统；2) 收集裙房以上侧墙面雨水的斗和收集裙房屋面的斗分别设置独立的收集系统。侧墙面上不是每次降雨都有雨水，其

雨水斗若和裙房屋面雨水系统连接，会成为进气孔，破坏虹吸。

#### 5.4.3 规定雨水斗设计流量与产品最大额定流量之间的关系。

雨水斗的最大泄流量由制造商提供，它是根据雨水斗产品标准规定的试验条件取得的数据，设计流量应控制在最大泄流量之内。

#### 5.4.4 规定悬吊管的坡度要求。

虹吸式雨水系统的设计工况是一相满流，系统内包括悬吊管内的雨水流动不受管道坡度的影响，所以横管可以无坡度。但工程设计中，宜考虑一定的坡度，例如 0.003，主要原因如下：1) 管道工程安装中存在坡度误差，为达到无倒坡的规定，必须有一定的设计坡度做保证；2) 压力排水管道设计中，一般都有坡度要求，作用或是泄空，或是减少污物沉积。至于有坡度不利于虹吸的形成之说，目前尚未见到理论上的描述证明，也尚未见到实验室的模拟演示证明。

#### 5.4.5 规定系统的维修方便要求。

管道放置在结构柱内，特别是不允许出现管道漏水的结构柱内，一旦漏水，很难维修，损害结构柱。

#### 5.4.6 规定系统的水力计算公式。

本条的阻力损失公式为国际上普遍采用的公式之一。当管道内的流速控制在 3m/s 以内时，也可采用 Hazen-Williams 公式。

#### 5.4.7 规定管道中的设计流速和最小管径。

悬吊管中的设计流速不宜小于 1m/s，是为了保证悬吊管的自清作用。根据国外研究资料，当悬吊管内的流速大于 1m/s 时，可保证沉积在管道底部的固体颗粒被水流冲走（见《虹吸式屋面雨水排水系统技术规程》CECS 183：2005）。设计中需要注意的是，悬吊管内沉积物的清除是靠设计计算的自清流速保证的，不是靠定性描述的间断性虹吸保证的，没有证据证明设计计算流速小于 1m/s 的降雨，能够在实际工程中使悬吊管内产生 1m/s 的流速，从而完成自清功能（若此，则没有必要要求设计流速不宜小于 1m/s 了）。因此，当设计重现期取得很大，则设

计计算流速很多年才发生一次，而平时降雨的计算流速都达不到 $1\text{m/s}$ ，悬吊管的自清功能将出现问题，特别是没有排空坡度时。若减小设计重现期，设计流速可出现频繁些了，但溢流口又会频繁溢水，这是建筑物的忌讳。设计中需要仔细把握这类两难问题。

规定最小管径是为防止堵塞。

#### 5.4.8 规定流体计算遵守能量方程。

本条暗含的前提条件是系统的过渡段位置低于或接近于室外地面的高度，不包括系统出口位置比室外地面很高的情况（这类情况工程中也不多见）。以室外地面而不是以系统过渡段为高度计算基准点的原因是：虹吸系统一般是把雨水排入室外雨水检查井，室外雨水管道的设计重现期多是 $1\sim 2$ 年，检查井积满水是很常见的，由此过渡段被淹没，故排水几何高度应扣除积水水位，从地面算起。有的工程把过渡段降到地面标高以下很深，试图增加排水的计算几何高度，这是不正确的。

#### 5.4.9 规定虹吸系统设置高度的低限值。

当系统的设置高度很低时，可利用的水位位能很小，满足不了低限设计流速的位能要求，此系统不再适用。此处注意：地面和雨水斗的几何高差才是雨水的位能，过渡段放置得再低，也不会增加雨水的位能。

#### 5.4.11 规定管材和管件的选用要求。

雨水系统特别是立管中会产生很大负压，金属管没有被吸瘪的隐患，故宜优先选用金属管。管道系统的抗负压要求是根据水力计算中允许出现 $0.09\text{MPa}$ 的负压制定的。

5.4.12 管内压力低于 $0.09\text{MPa}$ 负压时，水会明显汽化，破坏一相流态。

### 5.5 硬化地面雨水收集

#### 5.5.1 规定雨水收集地面的土建设置要求。

地面雨水收集主要是收集硬化地面上的雨水和屋面排到地面

的雨水。排向下凹绿地、浅沟洼地等地面雨水渗透设施的雨水通过地面组织径流或明沟收集和输送；排向渗透管渠、浅沟渗渠组合入渗等地下渗透设施的雨水通过雨水口、埋地管道收集和输送。这些功能的顺利实现依赖地面平面设计和竖向设计的配合。

#### **5.5.2 规定收集系统的设计流量计算和管道设计要求。**

管道收集系统的集（雨）水口和输水管渠（向雨水利用设施输水）需要进行水力计算，其中设计流量计算公式和参数均按4.2节的规定执行，管渠的水力计算方法应按《室外排水设计规范》GB 50014的规定执行。

#### **5.5.3、5.5.4 规定雨水口的设置要求。**

本条款的雨水口设置要求基本上沿用现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014。其中顶面标高与地面高差缩小到10~20mm，主要是考虑人员活动方便，因小区中硬地面为人员活动场所。同时小区的地面施工一般比市政道路精细，较小的标高差能够实现。另外，有的小区广场设置的雨水口类似于无水封地漏，密集且精致，其间距仅十几米。成品雨水口的集水能力由生产商提供。

#### **5.5.5 推荐采用成品雨水口，并具有拦污截污功能。**

地面雨水一般污染较重，杂质多，为减少雨水渗透设施和蓄存排放设施的堵塞或杂质沉积，需要雨水口具有拦污截污功能。传统雨水口的雨算可拦截一些较大的固体，但对于雨水利用设施不理想。雨水口的拦污截污功能主要指拦截雨水径流中的绝大部分固体物甚至部分污染物SS，这类雨水口应是车间成型的制成品，井体可采用合成树脂等塑料，构造应使清掏、维护操作简便，并应有固体物、SS等污染物去除率的试验参数。

**5.5.6** 本条的目的是使不同雨水口收集的初期径流雨水尽量能够同步到达弃流设施，使弃流的雨水浓度高，提高弃流效率。

## **5.6 雨水弃流**

### **5.6.1 规定屋面雨水的弃流设施设置位置。**

雨水收集系统的弃流装置目前可分为成品和非成品两类，成品装置按照安装方式分为管道安装式、屋顶安装式和埋地式。管道安装式弃流装置主要分为累计雨量控制式、流量控制式等；屋顶安装式弃流装置有雨量计式等；埋地式弃流装置有弃流井、渗透弃流装置等。按控制方式又分为自控弃流装置和非自控弃流装置。

小型弃流装置便于分散安装在立管或出户管上，并可实现弃流量集中控制。当相对集中设置在雨水蓄水池进水口前端时，虽然弃流装置安装量减少，但由于通常需要采用较大规格的产品，在一定程度上将提高事故风险。

弃流装置设于室外便于清理维护，当不具备条件必须设置在室内时，为防止弃流装置发生堵塞向室内灌水，应采用密闭装置。

当采用雨水弃流池时，其设置位置宜与雨水储水池靠近建设，便于操作维护。

### 5.6.3 规定弃流设施的选用。

虹吸式屋面雨水收集系统一般需要对管道流量进行准确的计算，便于弃流装置通过时间或流量进行自动控制。据有关资料，屋面雨水属于水质条件较好的收集雨水水源，因此被弃流的初期径流雨水可通过渗透方式处置，渗透弃流装置对排水管道内流量、流速的控制要求不高，适合于半有压流屋面雨水收集系统。降落到硬化地面的雨水通常受到下垫面不同污染物甚至不同材料的影响，水质条件稍差，通常需要去除的初期径流雨水量也较大，弃流池造价低廉，容易埋地设置，地面雨水收集系统管道汇合后干管管径通常较大，不利于采用成品装置，因此建议以渗透弃流井或弃流池作为地面雨水收集系统的弃流方式。

### 5.6.4 推荐初期径流雨水弃流量无资料时的建议值。

条文中地面弃流中的地面指硬化地面，径流厚度建议值主要根据北京市雨水径流的污染研究资料。我国北方初期径流雨水比南方污染重，故弃流厚度在南方应小些。

### 5.6.6 规定弃流装置应具备便于维护的性能。

在管道上安装的初期径流雨水弃流装置在截留雨水过程中，有可能因雨水中携带杂物而堵塞管道，从而影响雨水系统正常排水。这些情况涉及到排水系统安全问题，因此在设计中应特别注意系统维护清理的措施，在施工、管理维护中还应建立对系统及及时维护清理的措施、规章制度。

### 5.6.7 推荐弃流雨水的处置方式。

从大量工程的市政条件来看，向项目用地范围以外排水有雨水、污水两套系统。截留的初期径流雨水是一场降雨中污染物浓度最高的部分，平均水质通常优于污水，劣于雨水。将截留的初期径流雨水排入雨水管道时，可能增加雨水管道的沉积物总量，增加雨水系统的维护成本，排入污水管道时，由于雨污分流的管网设计中污水系统不具备排除雨水的能力，可能导致污水系统跑水、冒水事故。初期弃流雨水排入何种系统应依据工程具体情况确定。

一般情况下，建议将弃流雨水排入市政雨水管道，当条件不具备时，也可排入化粪池以后的污水管道，但污水管道的排水能力应以合流制计算方法复核。

当弃流雨水污染物浓度不高，绿地土壤的渗透能力和植物品种在耐淹方面条件允许时，弃流雨水也可排入绿地。

收集雨水和弃流雨水在弃流装置处存在连通部分，为防止污水通过弃流装置倒灌进入雨水收集系统，要求采取防止污水倒灌的措施。同时应设置防止污水管道内的气体向雨水收集系统返溢的措施。

### 5.6.8 规定初期径流雨水弃流池做法的基本原则。

图 8 为初期径流雨水弃流池示意。

1 在条件许可的情况下，弃流池内的弃流雨水宜通过重力排除。

2 当弃流雨水采用水泵排水时，通常采用延时启泵的方式对水泵加以控制，为避免后期雨水与初期雨水掺混，应设置将弃

流雨水与后期雨水隔离开的分隔装置。

3 弃流雨水在弃流池内有一定的停留时间，产生沉淀，为使沉泥容易向排水口集中，池底应具有足够的底坡。考虑到建筑物与小区建设的具体情况和便于进入检修维护，底坡不宜过大。

4 弃流池排水泵应在降雨停止后启动排水，在自控系统中需要检测降雨停止、管道不再向蓄水池内进水的装置，即雨停监测装置。两场降雨时间间隔很小时，在水质条件方面可以视同为一场降雨，因此雨停监测装置应能调节两场降雨的间隔时间，以便控制排水泵启动。

5 埋地建设的初期径流雨水弃流池，不便于设置人工观测水位的装置，因此要求设置自动水位监测措施，并在自动监测系统中显示。

6 应在弃流雨水排放前自动冲洗水池池壁和将弃流池内的沉淀物与水搅匀后排放，以免过量沉淀。

### 5.6.9 规定自动控制弃流装置安装的基本原则。

1 自动控制弃流装置由电动阀、计量装置、控制箱等组成。主控电动阀决定弃流量，主控电动阀发出信号启动其他管道上的电动阀。计量装置一般分流量计量和雨量计量，流量计量是通过累积雨水量计量，雨量计量是通过降雨厚度计量。

电动阀、计量装置可能存在漏水现象，检修时也会造成漏水，因此要求设在室外（一般在检查井内）。控制箱内为电器元件，设在室外易受风吹日晒的影响，因此要求设在室内。控制箱集中设置可有效减少投资，降低造价，每个单体建筑宜集中设一

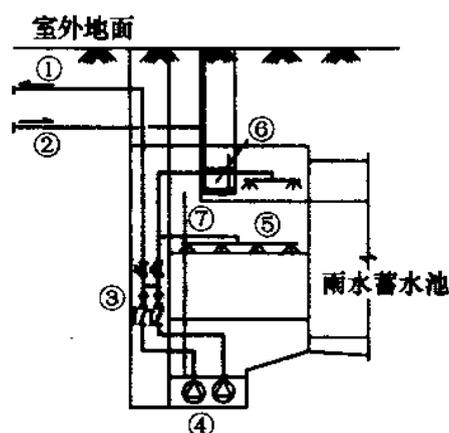


图 8 初期雨水弃流池

- ①弃流雨水排水管；②进水管；③控制阀门；④弃流雨水排水泵；⑤搅拌冲洗系统；⑥雨停监测装置；⑦液位控制器

个主控箱。

2 自动控制弃流装置能灵活及时地切换雨水弃流管道和收集管道，保证初期雨水弃流和雨水收集的有效性。由于各地空气污染、屋面设置情况不同和降雨的不均匀性，初期雨水的水质差异较大，因此强调具有控制和调节弃流间隔时间的功能，保证每年雨季初始期的降雨均能做到初期雨水的有效弃流，雨季期间降雨频繁，可延长初期雨水弃流间隔时间，一般宜保证间隔 3~7d 降雨初期雨水的有效弃流，可根据雨水水质和降雨特点确定。

3 流量控制式雨水弃流装置信号取自较小规格的主控电动阀，其造价较低，且能有效保证弃流信号的准确性。

4 雨量控制式雨水弃流装置的雨量计可设在距主控电动阀较近的屋面或室外地面，有可靠的保护措施防止污物进入或人为破坏，并定期检查，以保证其有效工作。

**5.6.10 井体渗透层容积指级配石部分容积。**

## 5.7 雨水排除

**5.7.1 规定建设用地外排雨水的设计流量计算和管道设计要求。**

本规范第 4 章规定设有雨水利用设施的建设用地应有雨水外排措施。当采用管渠外排时，管渠设计流量按本规范 4.2 节中的 (4.2.1-2) 和 (4.2.5) 式计算，其中设计重现期应按 4.2.6 条第 3 款取值，流量径流系数  $\psi_m$  根据 4.2.2 条第 2 款确定。注意  $\psi_m$  不能取 0，因为外排雨水设计重现期大于雨水利用的设计重现期。

雨水管渠的设计包括确定汇水面积的划分、管径、坡度等，应按现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 的规定执行。

**5.7.2 推荐雨水口的设置位置和顶面设置高度。**

绿地低于路面，故推荐雨水口设于路边的绿地内，而不设于路面。低于路面的绿地或下凹绿地一般担负对客地来的雨水进行

入渗的功能，因此应有一定容积储存客地雨水。雨水排水口高于绿地面，可防止客地来的雨水流失，在绿地上储存。条文中的20~50mm，是与6.1.11条要求的路面比绿地高50~100mm相对应的，这样，保证了雨水口的表面高度比路面低。

### 5.7.3 推荐雨水口形式和设置距离。

建设用地内的道路宽度一般远小于市政道路，道路做法也不同。设有雨水利用设施后雨水外排径流量较小，一般采用平算式雨水口均可满足要求。雨水口间距随雨水口的大小变化很大，比如有的成品雨水口很小，间距可减小到10多米。

### 5.7.4 规定渗透管-排放系统替代排水管道系统时的流量要求。

根据日本资料《雨水渗透设施技术指针（草案）》（构造、施工、维护管理篇）介绍，在设有雨水利用的建设用地内，应设雨水排水干管，即传统的雨水排水管道，但设有雨水利用设施的局部场所不再重复设置雨水排水管道，见图9。设有雨水利用设施的场所地面雨水排水可通过地面溢流或渗透管-排放一体系统排入建设用地内的雨水排水管道，这种做法是符合技术先进、经济合理的设计理念的。

渗透管-排放一体设施的排水能力宜按整体坡度及相应的管道直径以满流工况计算。渗透管-排放一体设施构造断面见图10。图中（1）地面为平面，（2）地面坡度与排水方向一致，有利于系统排水，推荐采用这种布置形式，需要总图专业与水专业密切配合，有条件时尽量将地面坡度与排水方向一致。

### 5.7.5 推荐铺装地面采用明渠排水。

渗透地面雨水径流量较小，可尽量沿地面自然坡降在低洼处收集雨水，采用明渠方便管理、节约投资。

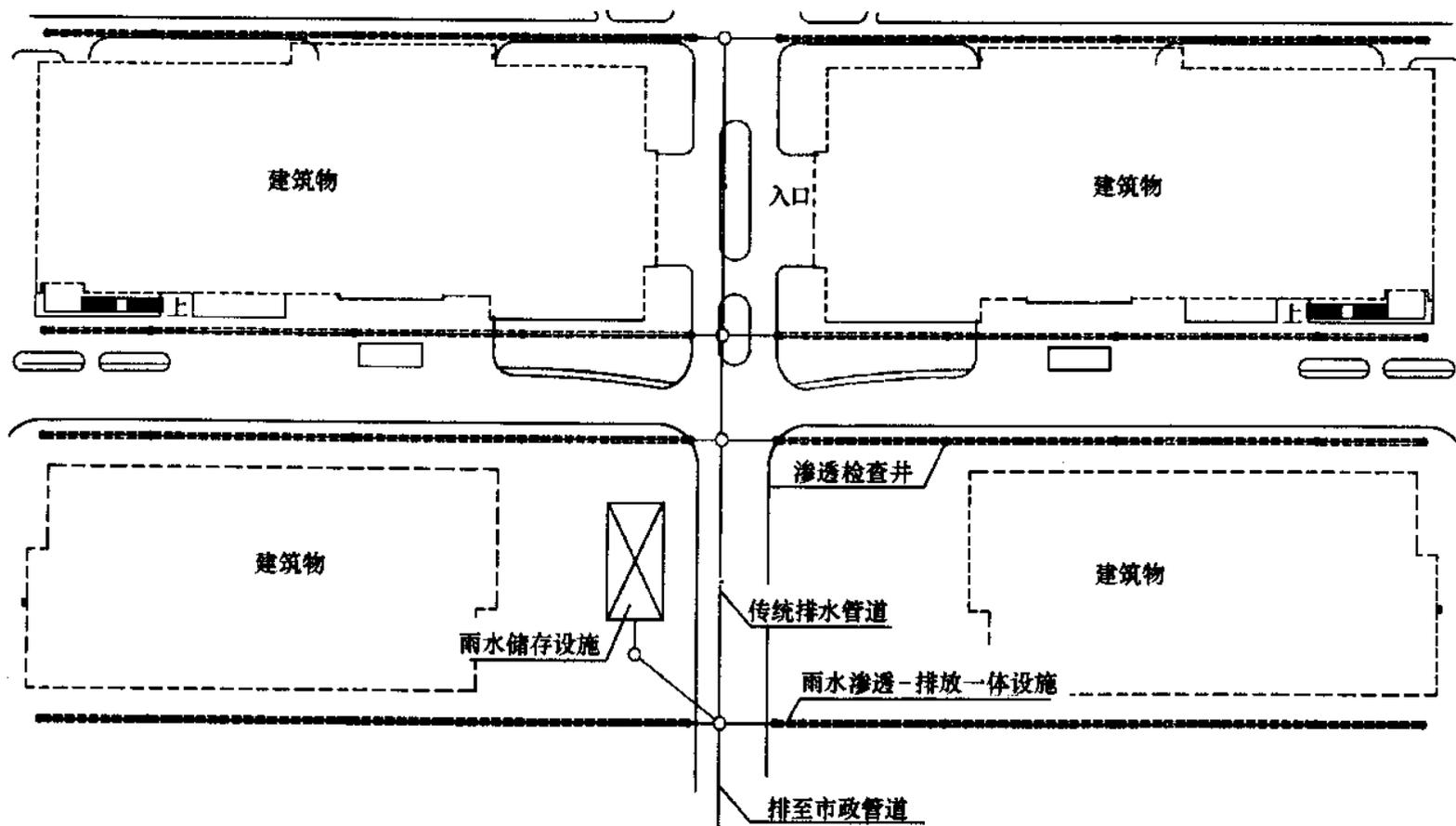


图9 室外雨水排水管道平面图

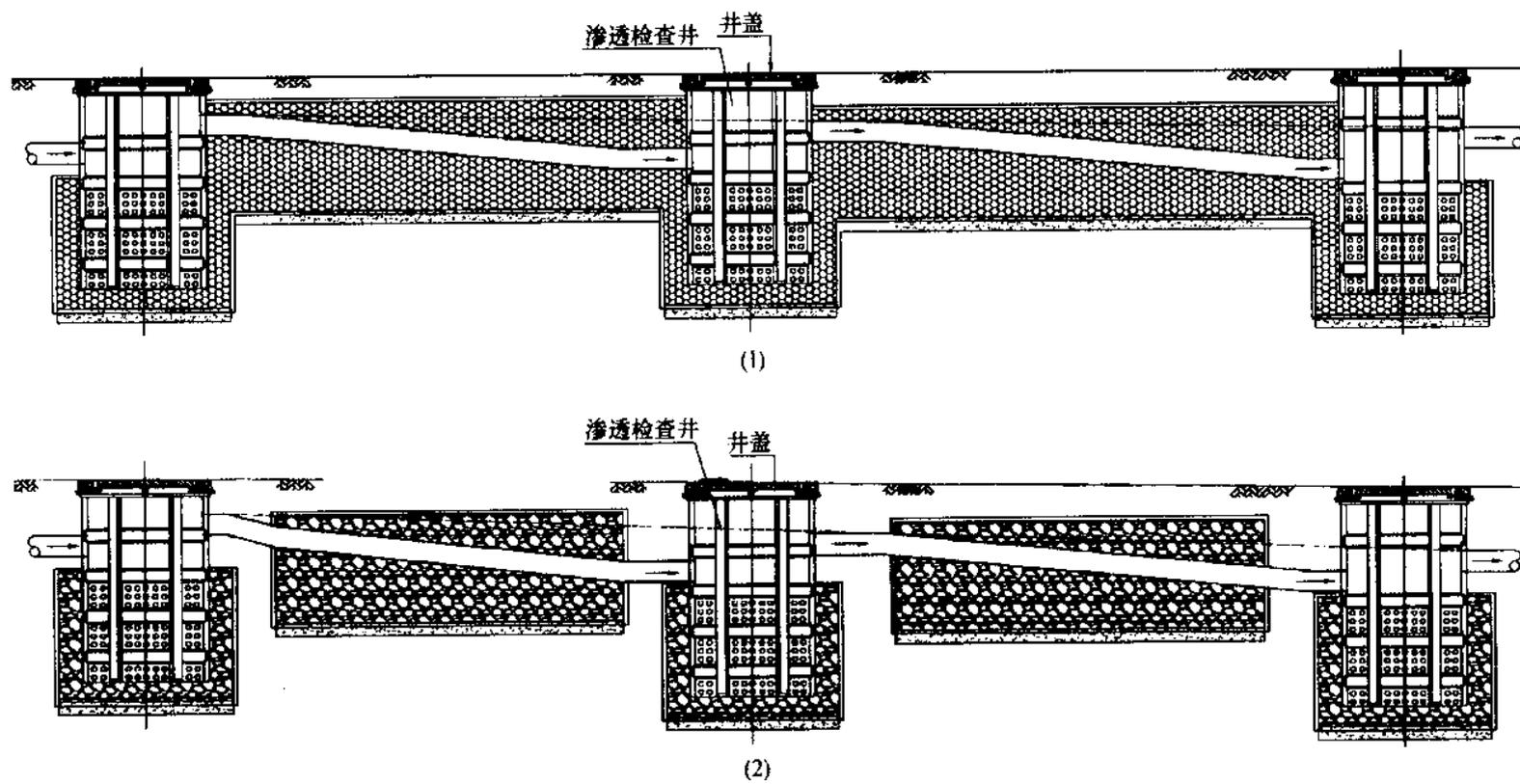


图 10 渗透管-排放一体设施构造断面

## 6 雨水入渗

### 6.1 一般规定

#### 6.1.1 规定雨水渗透设施的种类。

本条中各雨水渗透设施的技术特性详见 6.2 节。

绿地和铺砌的透水地面的适用范围广，宜优先采用；当地面入渗所需要的面积不足时采用浅沟入渗；浅沟渗渠组合入渗适用于土壤渗透系数不小于  $5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  的场所。

#### 6.1.2 规定雨水渗透设施不应妨害建筑物及构筑物的正常使用。

雨水渗透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、构筑物的基础。建设雨水渗透设施时，需要对场地的土壤条件进行调查研究，以便正确设置雨水渗透设施，避免对建筑物、构筑物产生不利影响。

#### 6.1.3 规定雨水渗透设施的安全注意事项。

非自重湿陷性黄土场地，由于湿陷量小，且基本不受上覆土自重压力的影响，可以采用雨水入渗的方式。采用下凹绿地入渗须注意水有一定的自重，会引起湿陷性黄土产生沉陷。而对于其他管道入渗等形式，不会有大面积积水，因此影响会小些。

#### 6.1.4 推荐渗透设施设置的渗透能力。

渗透设施的日渗透能力依据日雨水量当日渗透完的原则而定，设计雨水量重现期根据 4.1.5 条的规定取 2 年。入渗池、入渗井的渗透能力参考美国的资料减小到 1/3，即：日雨水量可延长为 3 日内渗完（参见汪慧贞等“浅议城市雨水渗透”一文）。各种渗透设施所需要的渗透面积设计值根据本条的规定经计算确定。

#### 6.1.5 规定渗透设施的储存容积。

进入渗透设施的雨水包括客地雨水和直接的降雨，埋地渗透设施接受不到直接降雨。当雨水流量小于渗透设施的入渗流量（能力）时，渗透设施内不产流、无积水。随着雨水入流量的增大，一旦超过入渗流量，便开始产流积水。之后又随着降雨的渐小，雨水入流量又会变为小于入渗流量，产流终止。产流期间（又称产流历时）累积的雨水量不应流失，需要储存起来延时渗透掉。所以，渗透设施需要储存容积，储存产流历时内累积的雨水量，该雨水量指设计标准内的降雨。

入渗池、入渗井的渗透能力低，只有日雨水设计量的 1/3，在计算储存容积时，可忽略雨水入流期间的渗透量，用日雨水设计量近似替代设施内的产流累计量，以简化计算。

此条所要求的计算中涉及的降雨重现期取值均和渗透能力相对应的日雨水设计总量计算中的取值一致。

#### 6.1.6 推荐优先选用的渗透设施。

各种渗透设施中采用绿地入渗的造价最低，各种硬化面上的雨水（包括路面雨水）入渗时宜优先考虑绿地入渗。当路面雨水没有条件利用绿地入渗时，宜铺装透水地面或设置渗透管沟、入渗井。透水铺装地面不宜接纳客地雨水。

#### 6.1.7 规定常见下垫面上的雨水入渗处置要求。

1 绿地雨水指绿地上直接的降雨，应就地入渗。

2 对于屋面雨水而言，入渗方式及选用没有特殊要求。需要注意的是，屋面雨水有很多是由埋地管道引出室外的，这就限制了绿地等地面入渗方式的应用。

#### 6.1.8 推荐地下建筑顶面覆土做渗透设施时的一种处置方法。

地下建筑顶上往往设有一定厚度的覆土做绿化，绿化植物的正常生长需要在建筑顶面设渗排管或渗排片材，把多余的水引流走。这类渗排设施同样也能把入渗下来的雨水引流走，使雨水能源源不断地入渗下来，从而不影响覆土层土壤的渗透能力。

根据中国科学院地理科学与资源研究所李裕元的实验研究报告，质地为粉质壤土的黄绵土试验土槽，初始含水量 7% 左右，

在试验雨强（0.77~1.48mm/min）条件下，60min 历时降雨入渗深度一般在 200mm 左右，90min 历时降雨入渗深度一般在 250~300mm 左右。这意味着，对于 300mm 厚的地下室覆土层，某时刻的降雨需要 90min 钟后才能进入土壤下面的渗排系统，明显会延迟雨水径流高峰的时间，同时，土壤层也会存留一部分的雨水，使渗排引流的雨水流量小于降雨流量，由此实现 4.1.5 条规定的原则要求。

#### 6.1.9 规定雨水渗透设施距建筑物的间距。

间距 3m 是参照室外排水检查井的参数制定的。

作为参考资料，列出德国的相关规范要求：雨水渗透设施不应造成周围建筑物的损坏，距建筑物基础应根据情况设定最小间距。雨水渗透设施不应建在建筑物回填土区域内，比如分散雨水渗透设施要求距建筑物基础的最小距离不小于建筑物基础深度的 1.5 倍（非防水基础），距建筑物基础回填区域的距离不小于 0.5m。

#### 6.1.10 推荐雨水入渗系统设置溢流设施。

入渗系统的汇水面上当遇到超过入渗设计标准的降雨时会积水，设置溢流设施可把这些积水排走。当渗透设施为渗透管时宜在下游终端设排水管。

#### 6.1.11 规定小区内路面宜高于绿地。

按传统总平面及竖向设计原则，一般绿地标高高于车行道路标高，道路设有立道牙。雨水利用的设计理念一般要求利用绿化地面入渗，因此道路标高要高于绿地标高。

小区内路面高于路边绿地 50~100mm 是北京雨水入渗的经验。低于路面的绿地又称下凹绿地，可形成储存容积，截留储存较多的雨水。特别是绿地周围或上游硬化面上的雨水需要进入绿地入渗时，绿地必须下凹才能把这些雨水截留并入渗。当路面和绿地之间有凸起的隔离物时，应留有水道使雨水排向绿地。

## 6.2 渗透设施

### 6.2.1 规定绿地渗透设施。

客地雨水指从渗透设施之外引来的雨水。绿地雨水渗透设施应与景观设计结合，边界应低于周围硬化面。在绿地植物品种选择上，根据有关试验，在淹没深度 150mm 的情况下，大羊胡子、早熟禾能够耐受长达 6d 的浸泡。

### 6.2.2 规定铺装地面渗透设施。

图 11 为透水铺装地面结构示意图。

根据垫层材料的不同，透水地面的结构分为 3 层（表 17），应根据地面的功能、地基基础、投资规模等因素综合考虑进行选择。

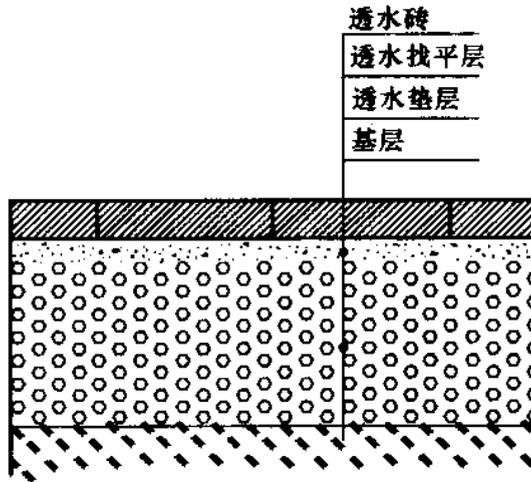


图 11 透水铺装地面结构示意图

表 17 透水铺装地面的结构形式

编号	垫层结构	找平层	面层	适用范围
1	100~300mm 透水混凝土			人行道、轻 交通流量路 面、停车场
2	150~300mm 砂砾料	1) 细石透水混 凝土	透水性水泥混凝土 透水性沥青混凝土 透水性混凝土路面砖 透水性陶瓷路面砖	
3	100~200mm 砂砾料 + 50~100mm 透水混凝土	2) 干硬性砂浆 3) 粗砂、细石 厚度 20~50mm		

透水路面砖厚度为 60mm，孔隙率 20%，垫层厚度按 200mm，孔隙率按 30% 计算，则垫层与透水砖可以容纳 72mm 的降雨量，即使垫层以下的基础为黏土，雨水渗入地下速度忽略不计，透水地面结构可以满足大雨的降雨量要求，而实际工程应用效果和现场试验也证明了这一点。

水质试验结果表明，污染雨水通过透水路面砖渗透后，主要检测指标如  $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、SS 都有不同程度的降低，其中  $\text{NH}_3\text{-N}$  降低 4.3%~34.4%， $\text{COD}_{\text{Cr}}$  降低 35.4%~53.9%，SS 降低 44.9%~87.9%，使水质得到不同程度的改善。

另外，根据试验观测，透水路面砖的近地表温度比普通混凝土路面稍低，平均低 0.3℃ 左右，透水路面砖的近地表湿度比普通混凝土路面的近地表湿度稍高 1.12%。

### 6.2.3 规定浅沟与洼地渗透设施。

浅沟与洼地入渗系统是利用天然或人工洼地蓄水入渗。通常在绿地入渗面积不足，或雨水入渗性太小时采用洼地入渗措施。洼地的积水时间应尽可能短，因为长时间的积水会增加土壤表面的阻塞与淤积。一般最大积水深度不宜超过 300mm。进水应沿积水区多点进入，对于较长及具有坡度的积水区应将地面做成梯田形，将积水区分割成多个独立的区域。积水区的进水应尽量采用明渠，多点均匀分散进水。洼地入渗系统如图 12 所示。

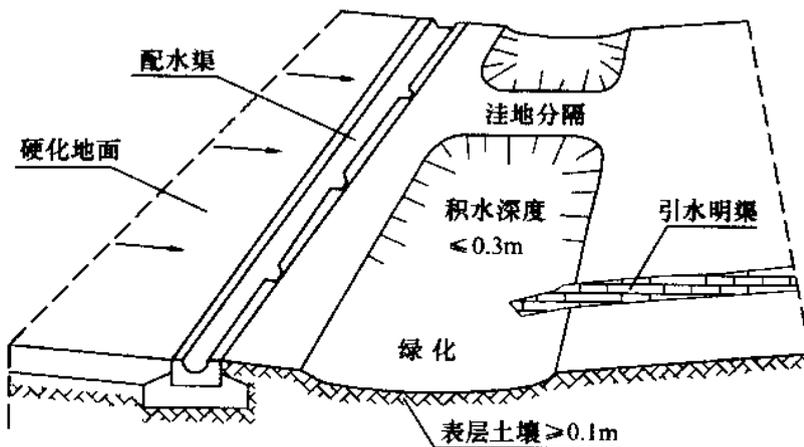


图 12 洼地入渗系统

#### 6.2.4 规定浅沟渗渠组合渗透设施。

浅沟—渗渠组合的构造形式见图 13。

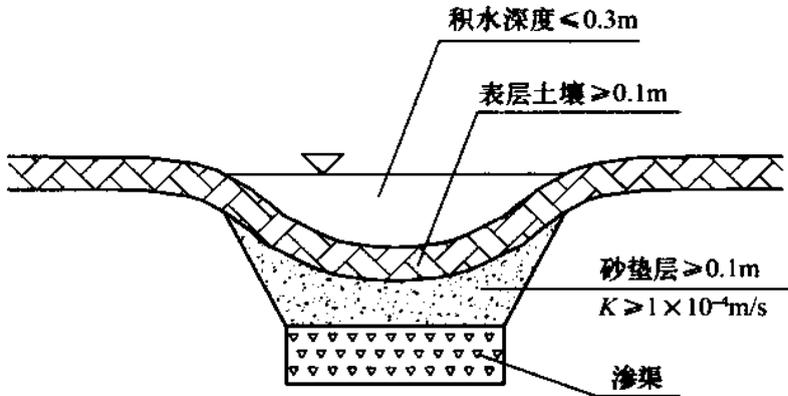


图 13 浅沟—渗渠组合

一般在土壤的渗透系数  $K \leq 5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  时采用这种浅沟渗渠组合。浅沟渗渠单元由洼地及下部的渗渠组成，这种设施具有两部分独立的蓄水容积，即洼地蓄水容积与渗渠蓄水容积。其渗水速率受洼地及底部渗渠的双重影响。由于地面洼地及底部渗渠双重蓄水容积的叠加，增大了实际蓄水的容积，因而这种设施也可用在土壤渗透系数  $K \geq 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  的土壤。与其他渗透设施相比这种系统具有更长的雨水滞留及渗透排空时间。渗水洼地的进水应尽可能利用明渠与来水相连，应避免直接将水注入渗渠，以防止洼地中的植物受到伤害。洼地中的积水深度应小于 300mm。洼地表层至少 100mm 的土壤的透水性应保持在  $K \geq 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ ，以便使雨水尽可能快地渗透到下部的渗渠中去。

当底部渗渠的渗透排空时间较长，不能满足浅沟积水渗透排空要求时，应在浅沟及渗渠之间增设泄流措施。

#### 6.2.5 规定渗透管沟的设置要求。

建筑区中的绿地入渗面积不足以承担硬化面上的雨水时，可采用渗水管沟入渗或渗水井入渗。

图 14 为渗透管沟断面示意图。

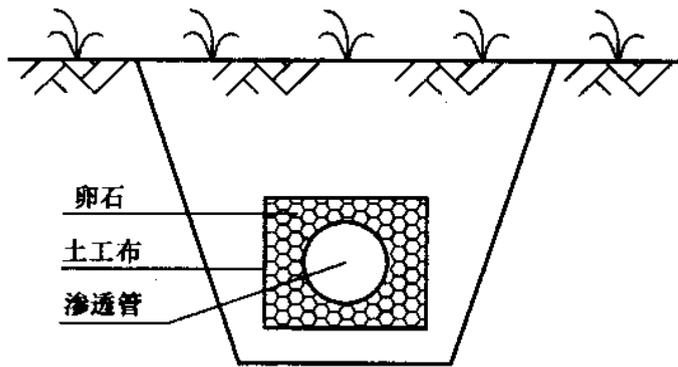


图 14 渗透管沟断面

汇集的雨水通过渗透管进入四周的砾石层，砾石层具有一定的储水调节作用，然后再进一步向四周土壤渗透。相对渗透池而言，渗透管沟占地较少，便于在城区及生活小区设置。它可以与雨水管道、入渗池、入渗井等综合使用，也可以单独使用。

渗透管外用砾石填充，具有较大的蓄水空间。在管沟内雨水被储存并向周围土壤渗透。这种系统的蓄水能力取决于渗沟及渗管的断面大小及长度，以及填充物孔隙的大小。对于进入渗沟及渗管的雨水宜在入口处的检查井内进行沉淀处理。渗透管沟的纵断面形状见图 10。

#### 6.2.7 规定入渗池（塘）设施。

当不透水面的面积与有效渗水面积的比值大于 15 时可采用渗水池（塘）。这就要求池底部的渗透性能良好，一般要求其渗透系数  $K \geq 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ ，当渗透系数太小时会延长其渗水时间与存水时间。应该估计到在使用过程中池（塘）的沉积问题，形成池（塘）沉积的主要原因为雨水中携带的可沉物质，这种沉积效应会影响到池子的渗透性。在池子首端产生的沉积尤其严重。因而在池的进水段设置沉淀区是很有必要的，同时还应通过设置挡板的方法拦截水中的漂浮物。对于不设沉淀区的池（塘）在设计时应考虑 1.2 的安全系数，以应对由于沉积造成的池底透水性的降低，但池壁不受影响。

保护人身安全的措施包括护拦、警示牌等。平时无水、降雨

时才蓄水入渗的池（塘），尤其需要采取比常有水水体更为严格的安全防护措施，防止人员按平时活动习惯误入蓄水时的池（塘）。

### 6.2.8 规定入渗井。

入渗井一般用成品或混凝土建造，其直径小于 1m，井深由地质条件决定。井底距地下水位的距离不能小于 1.5m。渗井一般有两种形式。形式 A 如图 15 所示，渗井由砂过滤层包裹，井壁周边开孔。雨水经砂层过滤后渗入地下，雨水中的杂质大部被砂滤层截留。

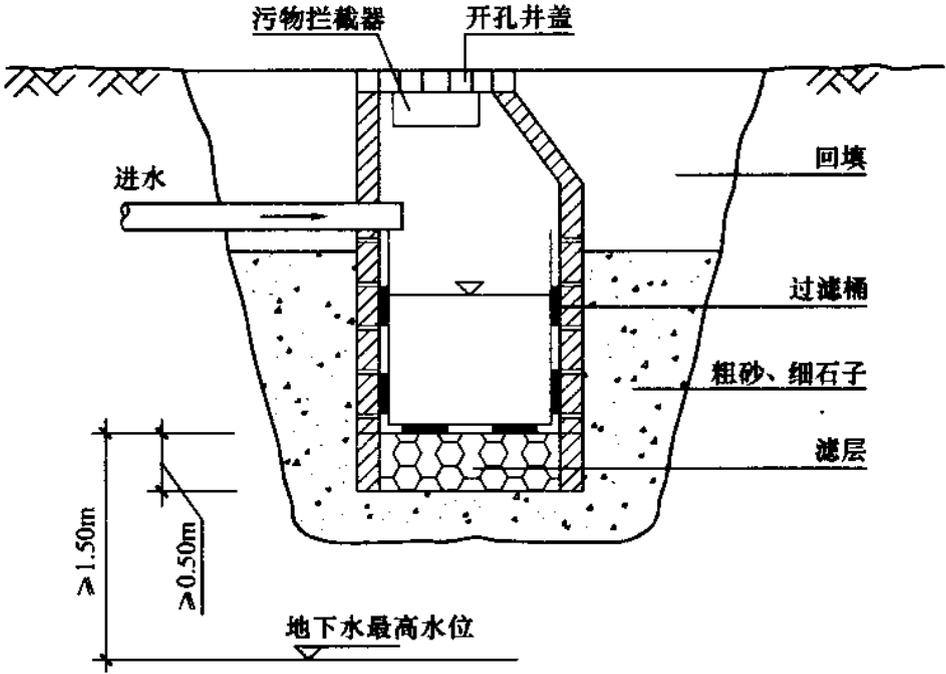


图 15 渗井 A

渗井 B 如图 16 所示，这种渗井在井内设过滤层，在过滤层以下的井壁上开孔，雨水只能通过井内过滤层后才能渗入地下，雨水中的杂质大部被井内滤层截留。过滤层的滤料可采用 0.25~4mm 的石英砂，其透水性应满足  $K \leq 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ 。与渗井 A 相比渗井 B 中的滤料容易更换，更易长期保持良好的渗透性。

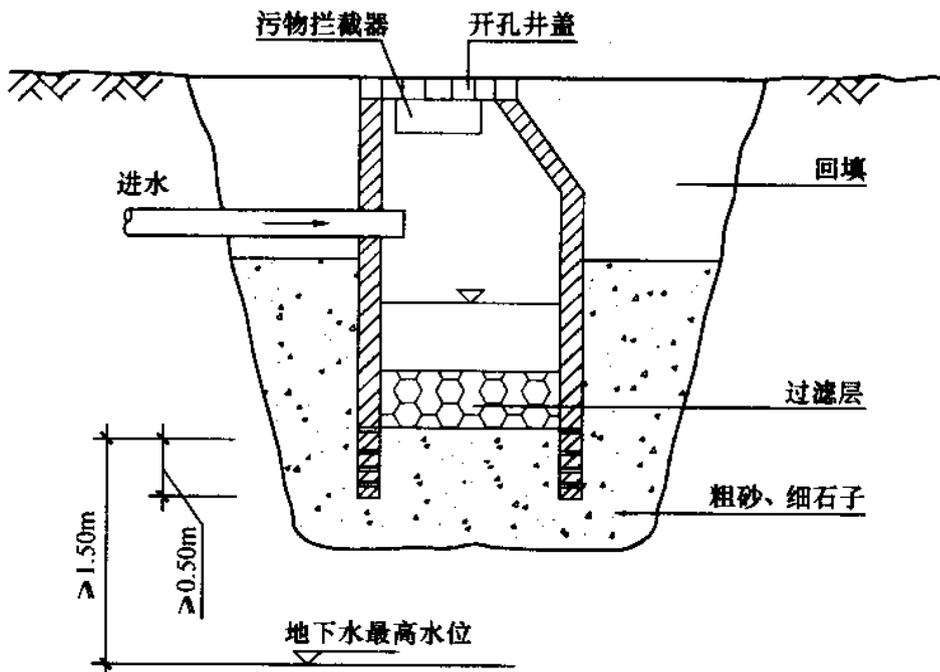


图 16 渗井 B

#### 6.2.10 规定用于保护埋地渗透设施的土工布选用原则。

本条文主要参考了《土工合成材料应用技术规范》GB 50290；《公路土工合成材料应用技术规范》JTJ/T 019 等国家和相关行业标准制定的，详细的技术参数应根据雨水利用的技术特点进一步测试确定。

土工布的水力学性能同样是土壤和土工布互相作用的重要性能，主要为：土工布的有效孔径和渗透系数。土工布的有效孔径（EOS）或表观孔径（AOS）表示能有效通过的最大颗粒直径。目前具体试验方法有 2 种：干筛法（GB/ T 14799）和湿筛法（GB/ T 17634）。干筛法相对较简便但振筛时易产生静电，颗粒容易集结。湿筛法是根据 ISO 标准新制订的，在理论上可消除静电的影响，但因喷水后产生表面张力，集结现象并不能完全消除。两种标准的颗粒准备也不一样，干法标准制备是分档颗粒（从 0.05~0.07mm 至 0.35~0.4mm 分成 9 档），逐档放于振筛上（以土工布作为筛布）得出一系列不同粒径的筛余率，当某一

粒径的筛余率等于总量的 90% 或 95% 时，该粒径即为该土工布的表观孔径或有效孔径，相应用 O90 或 O95 表示。至于湿法则采用混合颗粒（按一定的分布）经筛分后再测粒径，并求出有效孔径。目前国内应用的仍以干法为主。

短纤维针刺土工布是目前应用最广泛的非织造土工布之一。纤维经过开松混合、梳理（或气流）成网、铺网、牵伸及针刺固结最后形成成品，针刺形成的缠结强度足以满足铺放时的抗张应力，不会造成撕破、顶破。由于其厚度较大、结构蓬松，且纤维通道呈三维结构，过滤效率高，排水性能好。其渗透系数达  $10^{-2} \sim 10^{-1}$ ，与砂粒滤料的渗透系数相当，但铺起来更方便，价格也不贵，因此用作反滤和排水最为合适。还具有一定的增强和隔离功能，也可以和其他土工合成材料复合，具有防护等多种功能。由于非织造土工布具有反滤和排水的特点，因此在水力学性能方面要特别予以重视，一是有效孔径；二是渗透系数。要利用非织造布多孔的性质，使孔隙分布有利于截留细小颗粒泥土又不至于淤堵，这必须结合工程的具体要求，予以满足。

机织布材料有长丝机织布和扁丝机织布两种，材料以聚丙烯为主。它应用于制作反滤布的土工模袋为多。机织土工布具有强度高、延伸率低的特点，广泛使用在水利工程中，用作防汛抢险、土坡地基加固、坝体加筋、各种防冲工程及堤坝的软基处理等。其缺点是过滤性和水平渗透性差，孔隙易变形，孔隙率低，最小孔径在 0.05~0.08mm，难以阻隔 0.05mm 以下的微细土壤颗粒；当机织布局部破损或纤维断裂时，易造成纱线绽开或脱落，出现的孔洞难以补救，因而应用受到一定限制。

## 6.3 渗透设施计算

### 6.3.1 规定渗透设施渗透量计算公式。

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。北方尘土多，应取低值，南方较洁净，可取高值。

水力坡降  $J$  是渗透途径长度上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  $J_s$ ——渗透面到地下水位的距离 (m)；

$Z$ ——渗透面上的存水深度 (m)。

当渗透面上的存水深  $Z$  与该面到地下水位的距离  $J_s$  相比很小时，则  $J \approx 1$ 。为安全计，当存水深  $Z$  较大时，一般仍采用  $J=1$ 。

本条公式的用途有两个：

- 1 根据需要渗透的雨水设计量求所需要有效渗透面积；
- 2 根据设计的有效渗透面积求各时间段对应的渗透雨量。

### 6.3.2 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，也可采用简易的土槽注水法等。城区土壤多为受扰动后的回填土，均匀性差，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》。

### 6.3.3 规定各种形式的渗透面有效渗透面积折算方法。

1 水平渗透面是笼统地指平缓面，投影面积指水平投影面积；

2 有效水位指设计水位；

3 实际面积指  $1/2$  高度下方的部分。

### 6.3.4 规定渗透设施内蓄积雨水量的确定方法。

渗透设施（或系统）的产流历时概念：一场降雨中，进入渗

透设施的雨水径流流量从小变大再逐渐变小直至结束，过程中间存在一个时间段，在该时间段上进入设施的径流流量大于渗透设施的总入渗量。这个时间段即为产流历时。

本条公式中最大值  $\text{Max}(W_c - W_s)$  可如下计算：

步骤 1：对  $W_c - W_s$  求时间（降雨历时）导数；

步骤 2：令导数等于 0，求解时间  $t$ ， $t$  若大于 120min 则取 120；

步骤 3：把  $t$  值代入  $W_c - W_s$  中计算即得最大值。

降雨历时  $t$  高限值取 120min 是因为降雨强度公式的推导资料采用 120min 以内的降雨。

如上计算出的最大值如果大于按条文中（4.2.1-1）式计算的日雨水设计总量，则取小者。根据降雨强度计算的降雨量与日降雨量数据并不完全吻合，所以需作比较。

用（4.2.1-1）式计算日雨水设计总量时注意：汇水面积  $F$  按（6.3.5）式中的  $F_y + F_0$  取值。

求解  $\text{Max}(W_c - W_s)$  还可按如下列表法计算：

步骤 1：以 10min 为间隔，列表计算 30、40、…、120min 的  $W_c - W_s$  值；

步骤 2：判断最大值发生的时间区间；

步骤 3：在最大值发生区间细分时间间隔计算  $W_c - W_s$ ，即可求出  $\text{Max}(W_c - W_s)$ 。

### 6.3.5 规定渗透设施的进水量计算公式。

本条公式（6.3.5）引自《全国民用建筑工程设计技术措施——给水排水》。集水面积指客地汇水面积，需注意集水面积  $F_y$  的计算中不附加高出集雨面的侧墙面积。

### 6.3.6 规定渗透设施的存储容积下限值。

存储容积  $V_s$  中包括填料（当有填料时）的容积。例如渗透管的  $V_s$  包含两部分：一部分是穿孔管内的容积，另一部分是管周围填料层所占的容积。穿孔管内无填料，孔隙率为 1，但计算中一般简化为按填料层孔隙率统一计算。入渗井存储容积中无填

料部分占比例较大，应对井内和填料层的孔隙率分别计算。

存储空间中高于排水水位的那部分容积不计入存储容积  $V_s$ ，见图 17。比如小区中传统的雨水管道排除系统，管道中任一点的空间都高于下游端检查井内的排水口标高，雨水无法存储停留，故存储容积  $V_s=0$ 。

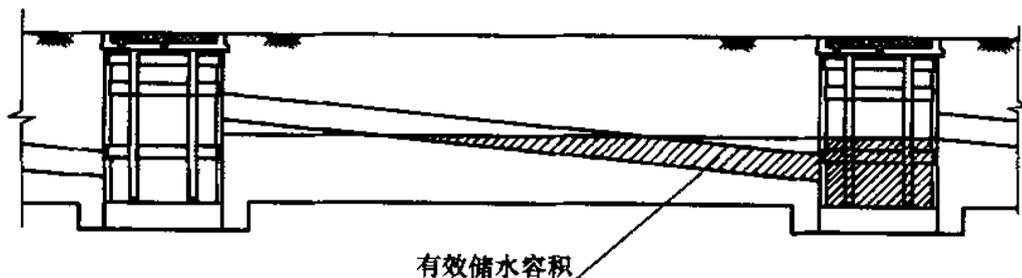


图 17 存储容积

### 6.3.7 推荐绿地入渗计算的简化处理方法。

根据表 9 可以看出，绿地径流系数随降雨频率的升高而减小，当设计频率大于 20%，即设计重现期小于 5 年时，受纳等量面积 ( $F_{\text{汇}}/F_{\text{绿}}=1$ ) 客地雨水的下凹绿地的径流系数应小于 0.22，所以，只要下凹绿地接纳的雨水汇水面积（包括绿地本身面积）不超过该绿地面积的 2 倍，相当于绿地接纳的客地汇水面积不超过该绿地的 1 倍，则绿地的径流系数和汇水面积的综合径流系数就小于 0.22，从而实现 4.1.5 条的要求。

## 7 雨水储存与回用

### 7.1 一般规定

#### 7.1.1 规定雨水收集部位。

屋面雨水水质污染较少，并且集水效率高，是雨水收集的首选。广场、路面特别是机动车道雨水相对较脏，不宜收集。绿地上的雨水收集效率非常低，不经济。

图 18 表明了雨水集水面的污染程度与雨水收集回用系统的建设费及维护管理费之间的关系。要特别注意，雨水收集部位不同会给整个系统造成影响。也就是说，从污染较小的地方收集雨水，进行简单的沉淀和过滤就能利用；从高污染地点收集雨水，要设置深度处理系统，这是不经济的。

#### 7.1.2 规定雨水收集回用系统的水量平衡。

1 降雨重现期取 1~2 年是根据 4.1.5 条制定的。

2 回用系统的最高日用水量根据 3.2 节的用水定额计算，计算方法见现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015。集水面日雨水设计总量根据 (4.2.1-1) 式计算。此款相当于管网系统有能力把日收集雨水量约 3 日内或更短时间用完。对回用管网耗用雨水的的能力提出如此高的要求主要基于以下理由：

- 1) 条件具备。建设用地内雨水的需用量很大，比如公共建筑项目中的水体景观补水、空调冷却补水、绿地和地面浇洒、冲厕等用水，都可利用雨水，而汇集的雨水很有限，千平方米汇水面的日集雨量一般只几十立方米。只要尽量把可用雨水的部位都用雨水供应，则雨水回用管网的设计用水量很容易达到不小于日雨水设计总量 40% 的要求。
- 2) 提高雨水的利用率。管网耗用雨水的的能力越大，则

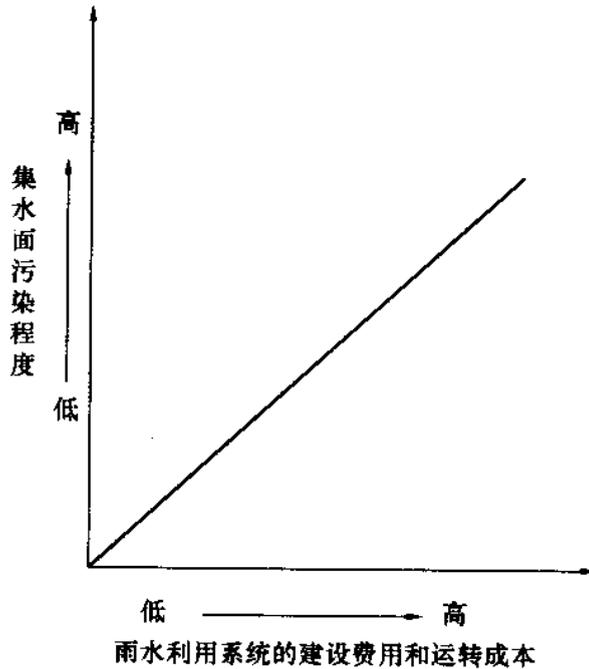


图 18 雨水收集回用系统的费用示意

蓄水池排空得越快，在不增加池容积的情况下，后续的降雨（比如连续 3d、7d 等）都可收集蓄存进来，提高了水池的周转利用率或雨水的收集效率，或者说所需的储存容积相对较小，使回用雨水相对经济。

雨水利用还有其他的水量平衡方法，比如月平衡法，年平衡法。

- 3) 雨水量非常充沛以满足需用量的地区或项目，雨水需用量小于可收集量，这种条件下，回用管网的用水应尽量由雨水供应，不用或少用自来水补水。在降雨最多的一个月，集雨量宜足以满足月用水量，做到不补自来水，而在其他月份，降雨量小从而集雨量减少，再用自来水补充。

### 7.1.3 规定雨水储存设施的设置规模。

本条规定了两种方法确定雨水储存设施的有效容积。

第一种方法计算简单，需要的数据也少。要求雨水储存设施能够把设计日雨水收集量全部储存起来，进行回用。这里未考虑让部分雨水溢流流失，也未折算雨水池蓄水过程中会有一部分雨水进入处理设施，故池容积偏大偏保守些。

第二种方法需要计算机模拟计算，并需要一年中逐日的降雨量和逐日的管网用水量资料。此方法首先设定大小不同的几个雨水蓄水池容积  $V$ ，并分别计算每个容积的年雨水利用率和自来水替代率，然后根据费用数学模型进行经济分析比较，确定其中的一个容积。年雨水利用率和自来水替代率的计算流程见图 19。

计算机模拟计算中，各符号与本规范的符号对应关系为： $R—W$ ， $A—F$ ， $a—h_y$

流程图的计算步骤如下：

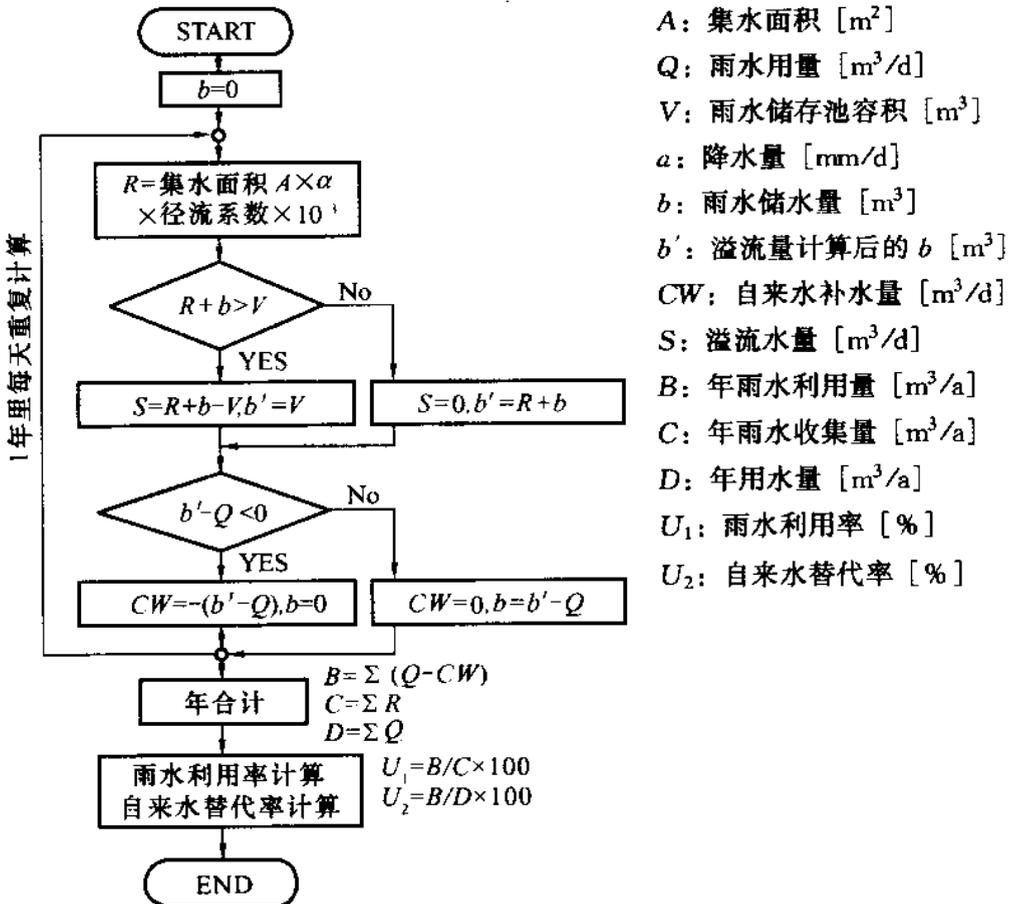


图 19 年雨水利用率和自来水替代率计算流程图

- 1) 已知某日降雨资料  $a$  (mm/d), 可以推求雨水设计量  $R$  ( $\text{m}^3/\text{d}$ ):

$$R = \text{汇水面积 } A (\text{m}^2) \times a \times \text{径流系数} \times 10^{-3}$$

- 2) 已知雨水设计量  $R$ 、雨水蓄水池  $V$  ( $\text{m}^3$ ) 和雨水蓄水池储水量  $b$  ( $\text{m}^3$ ) = 0, 可以推求雨水蓄水池溢流量  $S$  ( $\text{m}^3/\text{d}$ ):

$$\text{当 } R+b > V \text{ 时, } S = R+b-V$$

$$\text{当 } R+b < V \text{ 时, } S = 0$$

- 3) 此时的雨水储存量  $b'$  ( $\text{m}^3$ ) 求解为:

$$\text{当 } R+b > V \text{ 时, } b' = V$$

$$\text{当 } R+b < V \text{ 时, } b' = R+b$$

- 4) 根据蓄水池储水量  $b'$  和使用水量  $Q$ , 可以求出自来水补给量  $CW$  ( $\text{m}^3$ ):

$$\text{当 } b' - Q < 0 \text{ 时, } CW = -(b' - Q)$$

$$\text{当 } b' - Q > 0 \text{ 时, } CW = 0$$

- 5) 此时的雨水蓄水池储水量  $b''$  ( $\text{m}^3$ ) 求解为:

$$\text{当 } b' - Q < 0 \text{ 时, } b'' = 0$$

$$\text{当 } b' - Q > 0 \text{ 时, } b'' = b' - Q$$

- 6) 把  $b''$  作为  $b$ , 可以进行第二天的计算。

- 7) 由一整年的降雨资料, 进行 1) ~ 6) 重复计算。

- 8) 由以上计算结果, 可以根据下式算出年雨水利用量  $B$  ( $\text{m}^3/\text{年}$ ), 年雨水收集量  $C$  ( $\text{m}^3/\text{年}$ ) 和年使用量  $D$  ( $\text{m}^3/\text{年}$ ):

$$B = \sum (Q - CW), C = \sum R, D = \sum Q$$

下面求解雨水利用率 (%) 和自来水替代率 (%), 见下式:

$$\text{雨水利用率 } (\%) = B \div C \times 100 = \text{雨水利用量} \div \text{雨水收集量} \times 100$$

$$\text{自来水替代率 } (\%) = B \div D \times 100$$

$$= \text{雨水利用量} \div \text{使用水量} \times 100$$

$$= \text{雨水利用率} \times \text{雨水收集量} \div \text{使用水量}$$

注: 使用水量 = 雨水利用量 + 自来水补给量

模拟计算中水量均衡概念见图 20。

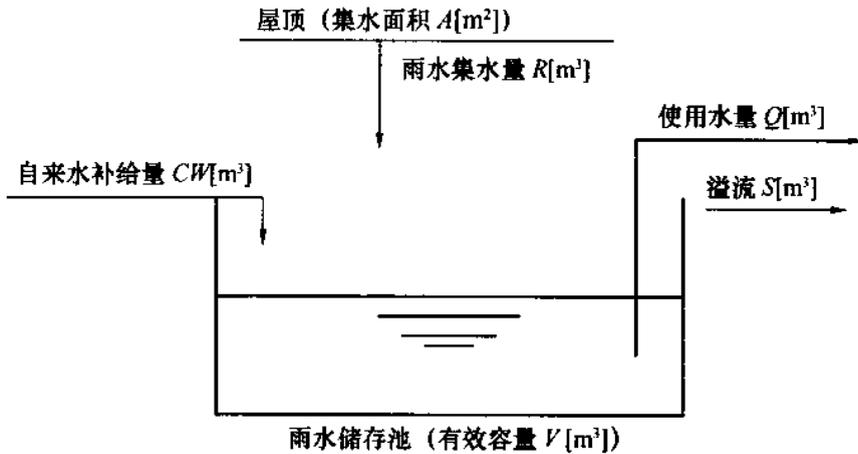


图 20 雨水储存池的水量均衡概念图

上述模拟计算方法的基础数据是逐日降雨量和逐日用水量，而工程设计中，管网中的逐日用水量如何变化是未知的（本规范 3.2 节的用水定额不可作为逐日用水量），这使得计算几乎无法完成，正如给水系统、热水系统中的储存容积计算一样。用最高日用水量或平均日用水量代替逐日用水量都会使计算结果失真。

#### 7.1.4 推荐水面景观水体用于储存雨水。

水面景观水体的面积一般较大，可以储蓄大量雨水，做法是在水面的平时水位和溢流水位之间预留一定空间，如 100~300mm 高度或更大。

7.1.5 雨水设计径流总量中有 10% 左右损耗于水质净化过程和初期径流雨水弃流，故可回用量为 90% 左右。

#### 7.1.6 规定雨水清水池的容积。

管网的供水曲线在设计阶段无法确定，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。

## 7.2 储存设施

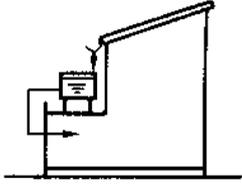
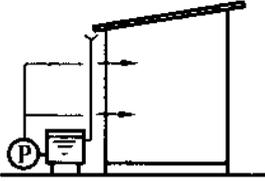
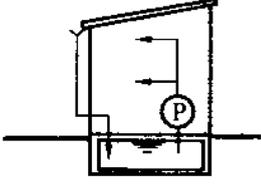
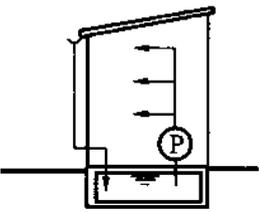
### 7.2.1 推荐雨水蓄水池（罐）设置位置。

雨水蓄水池（罐）设在室外地下的益处是排水安全和环境温

度低、水质易保持。水池人孔或检查孔设双层井盖的目的是保护人身安全。

雨水蓄水池（罐）也可以设在其他位置，参见表 18。

表 18 雨水蓄水池设置位置

设置地点	图 示	主 要 特 点
设置在屋面上		1) 节省能量，不需要给水加压 2) 维护管理较方便 3) 多余雨水由排水系统排除
设置在地面		维护管理较方便
设置于地下室 内，能重力溢流 排水		1) 适合于大规模建筑 2) 充分利用地下空间和基础
设置于地下室 内，不能重力溢 流排水		必须设置安全的溢流措施

7.2.2 规定储存设施应有溢流措施。

雨水收集系统的蓄水构筑物在发生超过设计能力降雨、连续降雨或在某种故障状态时，池内水位可能超过溢流水位发生溢

流。重力溢流指靠重力作用能把溢流雨水排放到室外，且溢流口高于室外地面。

### 7.2.3 规定溢流能力要求。

溢流排水能力只有比进水能力大，才能保证系统安全性。通常，溢流管比进水管管径大一级是给水容器中的常规做法。

### 7.2.4 规定室内蓄水池不能重力溢流时的设置方法。

本条规定的目的是保证建筑物地下室不因降雨受淹。

1 室内蓄水池的溢流口低于室外路面时，可采用两种方式排除溢流雨水，自然溢流或设自动提升设备。当采用自动提升设备排溢流雨水时，可采用图 21 所示方式设置溢流排水泵。溢流提升设备的排水标准取 50 年重现期参照的是现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 屋面溢流标准。德国雨水利用规范中取的是 100 年重现期。

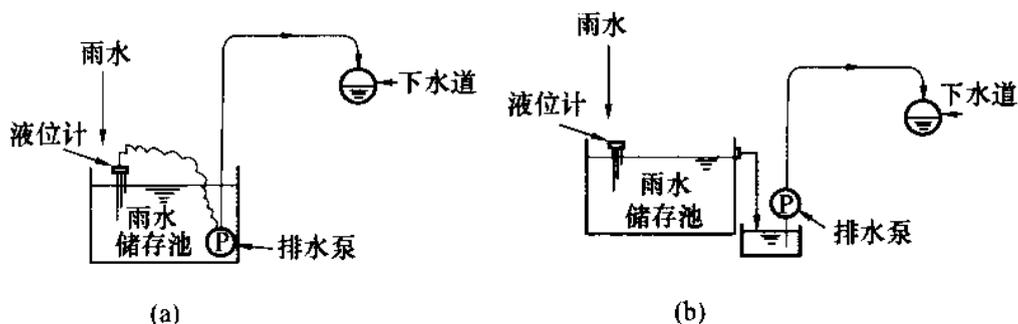


图 21 溢流排水方式示意

(a) 排水泵设于雨水储存池内；(b) 排水泵设于雨水储存池外

2 当不设溢流提升设备时，可采用雨水自然溢流。但由于溢流口低于室外路面，则路面发生积水时会使雨水溢流不出去，甚至室外雨水倒灌进室内蓄水池。所以采用这种方式处理溢流雨水时应采取防止雨水进入室内的措施。采取的措施有多种，最安全的措施是蓄水池、弃流池与室内地下室空间隔开，使雨水进不到地下室内。另一种措施是地下雨水蓄水池和弃流池密闭设置，当溢流发生时不使溢流雨水进入室内，检查口标高应高于室外自然地面。由于蓄水构筑物可能被全部充满，必须设置的开口、孔

洞不可通往室内，这些开口包括人孔、液位控制器或供电电缆的开口等等，采用连通器原理观察液位的液位计亦不可设在建筑物室内。

3 地下室内雨水蓄水池发生的溢流水量有难以预测的特点，出现溢流时特别是需设备提升溢流雨水时应人员到位，应付不测情况，这是设置溢流报警信号的主要目的。

4 设置超越管的作用是蓄水池故障时屋面雨水仍能正常排到室外。

### 7.2.5 规定蓄水池进、出水的设置要求。

出水和进水都需要避免扰动沉积物。出水的做法有：设浮动式吸水口，保持在水面下几十厘米处吸水；或者在池底吸水，但吸水口端设矮堰与积泥区隔开等。进水的做法是淹没式进水且进水口向上、斜向上或水平。图 22 所示为浮动式吸水口和上向进水口。

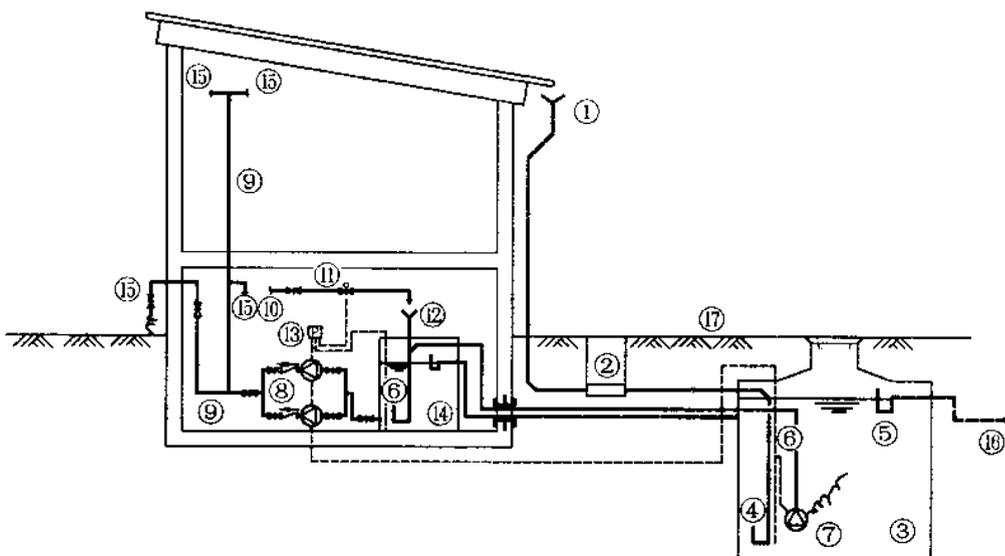


图 22 雨水蓄存利用系统示意

- ①屋面集水与落水管；②滤网；③雨水蓄水池；④稳流进水管；⑤带水封的溢流管；⑥水位计；⑦吸水管与水泵；⑧泵组；⑨回用水供水管；⑩自来水管；⑪电磁阀；⑫自由出流补水口；⑬控制器；⑭补水混合水池；⑮用水点；⑯渗透设施或下水道；⑰室外地面

进水端均匀进水方式包括沿进水边设溢流堰进水或多点分散进水。

#### 7.2.6、7.2.7 规定蓄水池构造方面的部分要求。

检查口或人孔一般设在集泥坑的上方，以便于用移动式水泵排泥。检查口附近的给水栓用于接管冲洗池底。

有的成品装置（型材拼装）把蓄水池和水质处理合并为一体，其中设置分层沉淀板，高效沉淀，自动集泥，故池底板无需集泥，可不再需要坡度。

#### 7.2.8 规定蓄水池无排泥设施时的处置方法。

当不具备设置排泥设施或排泥确有困难时，应在雨水处理前自动冲洗水池池壁和将蓄水池内的沉淀物与水搅匀，随净化系统排水将沉淀物排至污水管道，以免在蓄水池内过量沉淀。可采用图 23 所示方式利用池水作为冲洗水源，由自动控制系统控制操作。

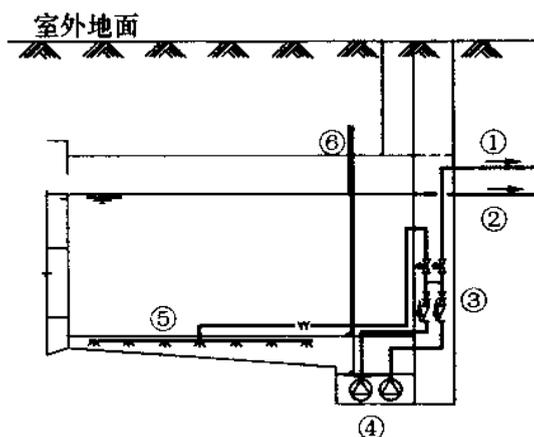


图 23 无排泥设施蓄水池做法示意

①至处理系统；②溢流管；③控制阀门；④雨水  
处理提升泵；⑤搅拌冲洗系统；⑥液位控制器

搅拌系统应确保在工作时间段内将池水与沉淀物充分有效均匀混合。

7.2.10 国内外资料显示，蓄水池材料可选用塑料、混凝土水池表面涂装涂料、钢板水箱表面涂装防腐涂料等多种方式，在材料

选择中应注意选择环保材料，表面应耐腐蚀、易清洁。

### 7.3 雨水供水系统

**7.3.1 强制性条文。**此条规定是落实总则中“严禁回用雨水进入生活饮用水给水系统”要求的具体措施之一。

管道分开设置禁止两类管道有任何形式的连接，包括通过倒流防止器等连接。管道包括配水管和水泵吸水管等。

**7.3.2 规定雨水回用系统设置自动补水及其要求。**

雨水回用系统很难做到连续有雨水可用，因此须设置稳定可靠的补水水源，并应在雨水储罐、雨水清水池或雨水供水箱上设置自动补水装置，对于只设雨水蓄水池的情况，应在蓄水池上设置补水。在非雨季，可采用补水方式，也可关闭雨水设施，转换成其他系统供水。

1 补水可能是生活饮用水，也可能是再生水，要特别注意补充的再生水水质不可低于雨水的水质。

2 雨水供应不足应在如下情况下进行补水：

1) 雨水蓄水池里没有了雨水；

2) 雨水清水池里的雨水已经用完。

发生任何一种情况便应启动补水。

补水水位应满足如下要求：补水结束时的最高水位之上应留有容积，用于储存处理装置的出水，使雨水处理装置的运行不会因补水而被迫中断。

3 补水流量一般不应小于管网系统的最大时水量。

**7.3.3 强制性条文。**规定生活饮用水做补水的防污染要求。

生活饮用水补水管出口，最好不进入雨水池（箱）之内，即使设有空气隔断措施。补水可在池（箱）外间接进入，特别是向雨水蓄水池补水时。池外补水方式可参见图 22。

**7.3.4 规定雨水供水管网的覆盖范围。**

雨水供水管网的供应范围应该把水量平衡计算中耗用雨水的用水部位都覆盖进来，才能使收集的雨水及时供应出去，保证雨

水利用设施发挥作用。工程中有条件时，雨水供水管网的供水范围应尽量比水量计算的部位扩大一些，以消除计算与实际用水的误差，确保雨水能及时耗用掉，使雨水蓄水池周转出空余容积收集可能的后续雨水。

### 7.3.5 推荐不同水质的用水分质供水。

这是一种比较特殊的情况。雨水一般可有多种用途，有不同的水质标准，大多采用同一个管网供水，同一套水质处理装置，水质取其中的最高要求标准。但是有这样一种情况：标准要求最高的那种用水的水量很小，这时再采用上述做法可能不经济，宜分开处理和分设管网。

### 7.3.6 规定雨水系统的供水方式和计算要求。

供水方式包括水泵水箱的设置、系统选择、管网压力分区等。

水泵选择和管道水力计算包括用水点的水量水压确定、设计秒流量计算公式的选用、管道的压力损失计算和管径选择、水泵和水箱水罐的参数计算与选择等。

### 7.3.7 规定补水管和供水管设置水表。

设置水表的主要作用是核查雨水回用量以及经济核算。

### 7.3.8 推荐雨水管道的管材选用。

雨水和自来水相比腐蚀性要大，宜优先选用管道内表面为非金属的管材。

### 7.3.9 强制性条文。规定保证雨水安全使用的措施。

## 7.4 系统控制

### 7.4.1 推荐雨水收集回用系统的控制方式。

降雨属于自然现象，降雨的时间、雨量的大小都具有不确定性，雨水收集、处理设施和回用系统应考虑自动运行，采用先进的控制系统降低人工劳动强度、提高雨水利用率，控制回用水水质，保障人民健康。给出的三种控制方式是电气专业的常规做法。

#### 7.4.3 推荐对设备运行状态监控。

对水处理设施的自动监控内容包括各个工艺段的出水水质、净化工艺的工作状态等。回用水系统内设备的运行状态包括蓄水池液位状态、回用水系统的供水状态、雨水系统的可供水状态、设备在非雨季时段内的可用状态等。并能通过液位信号对系统设备运行实施控制。

#### 7.4.4 推荐净化设备自动控制运行。

降雨具有季节性，雨季内的降雨也并非连续均匀。由于雨水回用系统不具备稳定持续的水源，因此雨水净化设备不能连续运转。净化设备开、停等应由雨水蓄水池和清水池的水位进行自动控制。

#### 7.4.5 规定常规监控内容。

水量计量可采用水表，水表应在两个部位设置，一个部位为补水管，另一个部位是净化设备的出水管或者是向回用管网供水的干管上。

#### 7.4.6 规定补水自动进行。

雨水收集、处理系统作为回用水系统供水水源的一个组成部分，本身具有水量不稳定的缺点，回用水系统应具有如生活给水、中水给水等其他供水水源。当采用其他供水水源向雨水清水池补水的方式时，补水系统应由雨水清水池的水位自动控制。清水池在其他水源补水的满水位之上应预留雨水处理系统工作所需要的调节容积。

## 8 水质处理

### 8.1 处理工艺

#### 8.1.1 规定确定雨水处理工艺的原则。

影响雨水回用处理工艺的主要因素有：雨水能回收的水量、雨水原水水质、雨水回用部位的水质要求，三者相互联系，影响雨水回用水处理成本和运行费用。在工艺流程选择中还应充分考虑其他因素，如降雨的随机性很大，雨水回收水源不稳定，雨水储蓄和设备时常闲置等，目前一般雨水利用尽可能简化处理工艺，以便满足雨水利用的季节性，节省投资和运行费用。

#### 8.1.2 推荐雨水处理中所采用的常规技术。

雨水的可生化性很差（详见 3.1.2 条说明），因此推荐雨水处理采用物理、化学处理等便于适应季节间断运行的技术。

雨水处理是将雨水收集到蓄水池中，再集中进行物理、化学处理，去除雨水中的污染物。目前给水与污水处理中的许多工艺可以应用于雨水处理中。

#### 8.1.3 推荐屋面雨水的常规处理工艺。

确定屋面雨水处理工艺的原则是力求简单，主要原因是：第一，屋面雨水经初期径流弃流后水质比较洁净；第二，降雨随机性较大，回收水源不稳定，处理设施经常闲置。

1 此工艺的出水当达不到景观水体的水质要求时，考虑利用景观水体的自然净化能力和水体的处理设施对混有雨水的水体进行净化。当所设的景观水体有确切的水质指标要求时，一般设有水体净化设施。

2 此处理工艺可用于原水较清洁的城市，比如环境质量较好或雨水频繁的城市。

3 根据北京水科所的实际工程运行经验，当原水  $COD_{Cr}$  在

100mg/L 左右时，此工艺对于原水的  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  去除率一般可达到 50% 左右。

#### 8.1.4 规定较高水质要求时的处理措施。

用户对水质有较高的要求时，应增加相应的深度处理措施，这一条主要是针对用户对水质要求较高的场所，其用水水质应满足国家有关标准规定的水质，比如空调循环冷却水补水、生活用水和其他工业用水等，其水处理工艺应根据用水水质进行深度处理，如混凝、沉淀、过滤后加活性炭过滤或膜过滤等处理单元等。

#### 8.1.5 推荐消毒方法。

本条是根据经验推荐雨水回用水的消毒方式，一般雨水回用水的加氯量可参考给水处理厂的加氯量。依据国外运行经验，加氯量在 2~4mg/L 左右，出水即可满足城市杂用水水质要求。

8.1.6 雨水处理过程中产生的沉淀污泥多是无机物，且污泥量较少，污泥脱水速度快，一般考虑简单的处置方式即可，可采用堆积脱水后外运等方法，一般不需要单独设置污泥处理构筑物。

## 8.2 处理设施

### 8.2.1 规定雨水处理设施的处理能力。

根据 7.1.2 条第 2 款，回用系统的日用雨水能力  $W_y$  应大于  $0.4W$ ，并且当大于  $W$  时， $W_y$  宜取  $W$ 。

雨水处理设备的运行时间建议取每日 12~16h。

### 8.2.2 规定雨水蓄水池的设计。

雨水在蓄水池中的停留时间较长，一般为 1~3d 或更长，具有较好的沉淀去除效率，蓄水池的设置应充分发挥其沉淀功能。另外雨水在进入蓄水池之前，应考虑拦截固体杂物。

### 8.2.3 推荐过滤处理的方式。

石英砂、无烟煤、重质矿石等滤料构成的快速过滤装置，都是建筑给水处理中一些较成熟的处理设备和技术，在雨水处理中

可借鉴使用。雨水过滤设备采用新型滤料和新工艺时，设计参数应按实验数据确定。当雨水回用于循环冷却水时，应进行深度处理。深度处理设备可以采用膜过滤和反渗透装置等。

## 9 调蓄排放

### 9.0.1、9.0.2 规定调蓄池的设置位置和方式。

随着城市的发展，不透水面积逐渐增加，导致雨水流量不断增大。而利用管道本身的空隙容积来调节流量是有限的。如果在雨水管道设计中利用一些天然洼地、池塘、景观水体等作为调蓄池，把雨水径流的高峰流量暂存在内，待洪峰径流量下降后，再从调节池中将水慢慢排出，由于调蓄池调蓄了洪峰流量，削减了洪峰，这样就可以大大降低下游雨水干管的管径，对降低工程造价和提高系统排水的可靠性很有意义。

此外，当需要设置雨水泵站时，在泵站前如若设置调蓄池，则可降低装机容量，减少泵站的造价。

若没有可供利用的天然洼地、池塘或景观水体作调蓄池，亦可采用人工修建的调蓄池。人工调蓄池的布置，既要考虑充分发挥工程效益，又要考虑降低工程造价。

### 9.0.3 推荐调蓄池的设置类型。

#### 1 溢流堰式调蓄池

调蓄池通常设置在干管一侧，有进水管和出水管。进水较高，其管顶一般与池内最高水位持平；出水管较低，其管底一般与池内最低水位持平。

#### 2 底部流槽式调蓄池

雨水从池上游干管进入调蓄池，当进水量小于出水量时，雨水经设在池最低部的渐缩断面流槽全部流入下游干管而排走。池内流槽深度等于池下游干管的直径。当进水量大于出水量时，池内逐渐被高峰时的多余水量所充满，池内水位逐渐上升，直到进水量减少至小于池下游干管的通过能力时，池内水位才逐渐下降，至排空为止。

#### 9.0.4 推荐调蓄设施的规模。

推荐调蓄排放系统的降雨设计重现期取 2 年是执行 4.1.5 条的规定。

#### 9.0.5 推荐调蓄池容积和排水流量的计算方法。

公式 (9.0.5) 类似于渗透设施的蓄积雨水量计算式 (6.3.4)，两式的主要差别是本条公式中用排放水量  $Q't_m$  取代了渗透量  $W_s$ ，另外进水量  $Qt_m$  (相当于  $W_c$ ) 不再乘系数 1.25。

本条两个公式中的  $Q$  和  $W$  都按 4.2.1 条公式计算，计算中需注意汇水面积的计算中不附加高出集雨面的侧墙面积。排空时间取 6~12h 为经验数据。

#### 9.0.6 推荐排空管道直径的确定方法。

向外排水的流量最高值发生在调蓄池中的最高水位之时，根据设计排水流量和调蓄池的设计水位，便可计算确定调蓄池出水管径和向市政排水的管径。

排水管道管径也可以根据排空时间方法确定。调蓄池放空时间按照水力学中变水头下的非稳定出流进行计算，按此原则确定池出水管管径。为方便计算，一般可按照调蓄池容积的大小，先估算出水管管径，然后按照调蓄池放空时间的要求校核选用的出水管管径是否满足。放空时间一般要求控制在 12h 以内。

## 10 施工安装

### 10.1 一般规定

**10.1.1、10.1.2** 规定施工的设计文件和队伍资质要求。

雨水利用工程包含了雨水收集、水质处理、室内外管道安装等内容，比常规的雨水管道系统涵盖的内容多，系统复杂，施工要求更加严格。施工过程是雨水利用系统的一个关键环节，施工时是否按照经所在地行政主管部门批准的图纸施工、是否采用正确的材料、处理设备安装调试是否达到要求，渗透设施的施工能否满足设计要求的雨水量等都可能对雨水利用系统产生重要影响。因此施工前，施工单位应熟悉设计文件和施工图，深入理解设计意图及要求，严格按照设计文件、相应的技术标准进行施工，不得无图纸擅自施工，施工队伍必须有国家统一颁发的相应资质证书。

**10.1.3** 规定施工人员的基本要求。

由于设计可能采用不同材质的管道，每种管道有其各自的材料特点，因此施工人员均必须经过相应管道的施工安装技术培训，以确保施工质量。

**10.1.5** 规定雨水入渗工程施工前的必要工作。

雨水渗透设施在施工前，应根据施工场地的地层构造、地下水、土壤、周边的土地利用以及现场渗透实验所得出的渗透量，校核采用的渗透设施是否满足设计要求。

**10.1.6** 规定渗透填料的技术要求。

雨水渗透设施采用的粗骨料一般为粒径 20~30mm 的卵石或碎石，骨料应冲洗干净。

**10.1.7** 对屋面雨水系统的施工更改提出程序要求。

屋面雨水特别是虹吸式屋面雨水收集系统是设计单位在对系

统进行了详细的水力计算的基础上进行的设计，施工单位在施工过程中更改设计，如管材的变化、管径的调整、管道长度的更改等，都会破坏系统的水力平衡，破坏虹吸产生的条件。

## 10.2 埋地渗透设施

### 10.2.1 规定渗透设施施工的总体要求。

渗透设施的渗透能力依赖于设置场所土壤的渗透能力和地质条件。因此，在渗透设施施工安装时，不得损害自然土壤的渗透能力是十分重要的，必须予以充分的重视。注意事项如下：

- 1 事前调查包括设置场所地下埋设构筑物调查；周边地表状况和地形坡度调查；地下管线和排水系统调查，并确定渗透设施的溢流排水方案；分析雨水入渗造成地质危害的可能性；

- 2 选择施工方法要考虑其可操作性、经济性、安全性。根据用地场所的制约条件确定人力施工或机械施工的施工方案；

- 3 工程计划要制定出每一天适当的作业量，为了保护渗透面不受影响，应注意开挖面不可隔夜施工。施工应避开多雨季节，降雨时不应施工。

### 10.2.2~10.2.4 对渗透设施的施工过程提出技术要求。

入渗井、渗透雨水口、渗透管沟、入渗池等渗透设施应保证施工安装的精确度，对成套成品应有可靠的成品保护措施，施工现场应保证清洁，防止泥沙、石料等混入渗透设施内，影响渗透能力和设施的正常使用。

- 1 土方开挖工作可用人工或小型机械施工，在有滑坡危险的山地区域，应有护坡保土措施。在采用机械挖掘时，挖掘工作从地面向下进行，表面用铁锨等器具剥除。剥落的砂土要予以排除。在用铁锨等进行人工挖掘时，应对侧面做层状剥离，切成光滑面。为了保护挖掘底面的渗透能力，应避免用脚踏实。应尽力避免超挖，在不得已产生超挖时，不得用超挖土回填，应用碎石填充。在挖掘过程中，发现与当初设想的土壤不符时，应从速与设计者商议，采取切实可行的对策。

2 沟槽开挖后，为保护底面应立即铺砂，但是地基为砂砾时可以省略铺砂。铺砂用脚轻轻的踏实，不得用滚轮等机械碾压。砂用人工铺平。

3 为防止砂土进入碎石层影响储存和渗透能力、可能产生的地面沉陷，充填碎石应全面包裹土工布。透水土工布应选用其孔隙率相当的产品，防止砂土侵入。为便于透水土工布的作业，对挖掘面作串形固定。

4 为防止砂土混入碎石，应从底面向上敷设土工布；碎石投放可用人工或机械施工，注意不要造成土工布的陷落；充填碎石时为防止下沉和塌陷进行的碾压应以不影响碎石的透水能力和储留量为原则，碾压的次数和方法要予以充分考虑。

5 成品井体、管沟等应轻拿轻放，宜采用小型机械运输工具搬运，严禁抛落、踩压等野蛮施工。井体的安装应在井室挖掘后快速进行，施工中应协调砾石填充和土工布的敷设，避免造成土工布的陷落和破损。当采用砌筑的井体时，井底和井壁不应采用砂浆垫层或用灰浆勾缝防渗。施工期间井体应做盖板，埋设时防止砂土流入。井体接好后，再接连接管（集水管、排水管、透水管等），最后安装防护筛网。

6 渗透管沟的坡度和接管方向应满足设计要求，当使用底部不穿孔的穿孔管沟时，应注意管道的上下面朝向。

7 渗透管沟施工完毕后，对填埋的回填土宜采用滚轮充分碾压。由于碎石之间相互咬合，可能引起初期下沉，回填后 1~2d 应该注意观察并修补。回填土壤上部应使用优良土壤。

8 工程完工后，进行多余材料整理和清扫工作，泥沙等不可混入渗透设施内。

9 工程完工后应进行渗透能力的确认，在竣工时，选定几个渗透设施，根据注水试验确定其渗透能力。渗透管沟在其长度很长的情况下，注水试验要耗大量的水，预先选 2~3m 试验区较好。此举便于长年测定渗透能力的变化。注水试验原则上采用定水位法，受条件限制也可以用变水位法。

## 10.3 透水地面

### 10.3.2 规定透水地面基层的施工要求。

基层开挖不应扰乱路床，开挖时防止雨水流入路床，施工做好排水。采用人工或小型压路机平整路床，尽量不破坏路床，并保证路基的平整度，做好路面的纵向坡度。路基碾压一般使用小型压实器或者小型压路器，要充分掌握路床土壤的特性，不得推揉和过碾压。火山灰质黏土含水量多，易造成返浆现象，使强度下降，施工中要充分注意排水。

### 10.3.3 规定透水地面透水垫层的施工要求。

透水垫层除了采用砂石外，还可采用透水性混凝土。透水性混凝土垫层所用水泥宜选用 P. O32.5、P. S32.5 以上标号，不得使用快硬水泥、早强水泥及受潮变质过期的水泥；所用石子应符合《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》JGJ 53-92 的有关规定，粒径应在 5~10mm 之间，单级配，5mm 以下颗粒含量不应大于 35%（体积比）。透水性混凝土垫层的配合比应根据设计要求，通过试验确定；透水性混凝土摊铺厚度应小于 300mm，应机械或人工方法进行碾压或夯实，使之达到最大密实度的 92% 左右。

### 10.3.5 规定透水面砖及其敷设要求。

透水面砖可采用透水性混凝土路面砖、透水性陶瓷路面砖、透水性陶土路面砖等透水性好、环保美观的路面砖，并应满足设计要求。透水路面砖应按景观设计图案铺设，铺砖时应轻拿轻放，采用橡胶锤敲打稳定，不得损伤砖的边角；透水砖间应预留 5mm 的缝隙，采用细砂填缝，并用高频小振幅振平机夯平。铺设透水路面砖前应用水湿润透水路基，透水砖铺设后的养护期不得少于 3d。

### 10.3.6 规定透水性混凝土面层及其施工要求。

为保证透水路面的整体透水效果和强度，混凝土垫层夏季施工要做好洒水养护工作；冬季（日最低气温低于 2℃）应避免无

砂混凝土垫层施工。

透水性沥青混凝土按下列要求施工：

- 1) 应使用人力或沥青修整器保证敷设均匀，在混合物温度未冷却时迅速施工。为确保规定的密度，混合材料不能分离。使用沥青修整器敷均时，必须人工修正。在温度降低时，有团块或沥青分离物，在敷均时注意予以剔除。
- 2) 步行道碾压使用夯或小型压路机；车行道使用碎石路面压路机和轮胎压路机，确保路面平坦，特别是接缝处应仔细施工。

透水性水泥混凝土按下列要求施工：

- 1) 在路盘上安好模板后，对路盘面进行清扫；
- 2) 人工操作时用耙子敷均，用压实器压实，用刮板找平。

## 10.4 管道敷设

**10.4.1** 规定回用雨水管道在室外埋地敷设时的技术要求。

南方地区与北方地区温度差别较大，冻土层深度不一。一般情况下室外埋地管道均需敷设在冻土层以下。当条件限制必须敷设在冻土层内时，需采取可靠的防冻措施。

**10.4.2** 规定屋面雨水管道系统的试压要求。

室内的虹吸式屋面雨水收集管道必须有一定的承压能力，灌水实验时，灌水高度必须达到每根立管上部雨水斗，持续时间1h。管道、管件和连接方式要求的负压值，是保证系统正常工作的要求，避免管道被吸瘪。

## 10.5 设备安装

**10.5.1** 水处理设备的安装应按照工艺流程要求进行，任何安装顺序、安装方向的错误均会导致出水不合格。检测仪表的安装位置也对检测精度产生影响，应严格按照说明书进行安装。

## 11 工程验收

雨水利用工程可参照给水排水工程验收等相关规范、规程、规定，按照设计要求，及时逐项验收每道工序，并取样试验。另外，还应结合外形量测和直观检查，并辅以调查了解，使验收的结论定性、定量准确。

### 11.1 管道水压试验

#### 11.1.1 规定埋地管道的试压要求。

雨水回用管道在回填土前，在检查井间管道安装完毕后，即应做闭水试验。并应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 中的有关要求。

#### 11.1.2 规定雨水储存设施的试压要求。

敞口雨水蓄水池（罐）应做满水试验：满水试验静置 24h 观察，应不渗不漏；密闭水箱（罐）应做水压试验：试验压力为系统的工作压力 1.5 倍，在试验压力下 10min 压力不降，不渗不漏。

### 11.2 验收

#### 11.2.1 规定须验收的项目内容。

雨水利用工程的验收，应根据有关规范、规程及地方性规定按系统的组成逐项进行。

##### 1 工程布置。

验收应检查各组成部分是否齐全、配套，布置是否合理。验收可采用综合评判法，以能否提高雨水利用效率为前提。

##### 2 雨水入渗工程。

雨水入渗工程的面积可采用量测法，其质量可采用直观检查

法。雨水入渗工程雨水入渗性能符合要求、引水沟（管）渠、沟坎及溢流设施布置合理、雨水入渗工程尺寸不得小于设计尺寸。

### 3 雨水收集传输工程。

雨水收集传输应采用量测法与直观检查法。收集传输管道坡度符合要求，雨水口、雨水管沟、渗透管沟、入渗井以及检查井布置合理，收集传输管道长度与大小不得小于设计值。

### 4 雨水储存与处理工程。

工程容积检查宜采用量测法，工程质量可采用直观检查和访问相结合的方法，要求工程牢固无损伤，防渗性能好为原则，初期径流池、蓄水池、沉淀池、过滤池及配套设施齐全，质量符合要求。

### 5 雨水回用工程。

雨水回用工程可采用试运行法，雨水回用符合设计要求。

### 6 雨水调蓄工程。

雨水调蓄工程宜采用量测法和直观检查法，调蓄工程设施开启正常，工程尺寸和质量符合设计要求。

## 11.2.3 规定验收的文件内容。

管网、设备安装完毕后，除了外观的验收外，功能性的验收必不可少。管道是否畅通、流量是否满足设计要求、水质是否满足标准等等均须进行验收。不满足要求的部分施工整改后须重新验收，直至验收合格。本条要求的文件可反映系统的功能状况。

11.2.5 竣工资料的收集对工程质量的验收以及日后系统的维护、维修有着重要的指导作用，这一程序必不可少。

## 12 运行管理

### 12.0.1 规定设施运行管理的组织和任务。

雨水利用工程的管理应按照“谁建设，谁管理”的原则进行。为争取小区居民对雨水利用的支持，小区应进行雨水宣传，并纳入相关规定，以保障雨水利用设施的运行，对渗透设施实施长期、正确的维护，必须建立相应的管理体制。

为了确保渗透设施的渗透能力，保证公共设施使用人员和通行车辆的安全，应对渗透设施实行正常的维护管理。单一的渗透设施规模很小，而设备的件数又非常多，往往设在居民区、公园及道路等场所。对这些各种各样的设施，保持一定的管理水平，确定适当的管理体制是重要的。渗透设施的维护管理主体是居民和物业管理公司，雨水利用的效果依赖于政府管理机构、技术人员和普通市民的密切联系。独栋住宅的雨水利用设施与渗透设施并用，居民同时也是雨水利用设施的维护管理者，渗透设施的维护管理的必要性从认识上容易被忽视。设置在公共设施中的渗透设施，建设单位有必要通过有效合作，明确各方费用的分担、各自责任及管理方法。

### 12.0.3 规定雨水利用系统的各组成部分需要清扫和清淤。

特别是在每年汛期前，对渗透雨水口、入渗井、渗透管沟、雨水储罐、蓄水池等雨水滞蓄、渗透设施进行清淤，保障汛期滞蓄设施有足够的滞蓄空间和下渗能力，并保障收集与排水设施通畅、运行安全。

### 12.0.4 规定不得向雨水收集口排放污染物。

居住小区中向雨水口倾倒生活污水或污物的现象较普遍，特别是地下室或首层附属空间住有租户的小区。这会严重破坏雨水利用设施的功能，运行管理中必须杜绝这种现象。

### 12.0.5 规定渗透设施的技术管理内容。

渗透设施的维护管理，着眼于持续的渗透能力和稳定性。渗透设施因空隙堵塞而造成渗透能力下降。在渗透设施接有溢水管时，能直观大体的判断机能下降的情况。

维护管理着重以下几方面：

- 1) 维持渗透能力，防止空隙堵塞的对策，清扫的方法及频率，使用年限的延长。
- 2) 渗透设施的维修、检查频率，井盖移位的修正，破损的修补，地面沉陷的修补。
- 3) 降低维护管理成本，减少清扫次数，便于清扫等。
- 4) 对居民、管理技术人员等进行普及培训。

维护管理的详细内容如下：

#### 1) 设施检查。

设施检查包括机能检查和安全检查。机能检查是以核定渗透设施的渗透机能为检查点，安全检查是以保证使用人员、通过人员及通行车辆安全以及排除对用地设施的影响所作的安全方面的检查。定期检查原则上每年一次。另外，在发布暴雨、洪水警报和用户投诉时要进行非常时期的特殊要求检查。年度检查应对渗透设施全部检查，受条件所限时，检查点可选择在砂土、水易于汇集处，减少检查频次和场所，减少人力和经济负担。渗透设施机能检查和安全检查内容见表 19。

表 19 渗透设施检查的内容

内 容	机 能 检 查	安 全 检 查
检查项目	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 垃圾的堆积状况。</li><li>2. 垃圾过滤器的堵塞状况。</li><li>3. 周边状况（裸地砂土流入的状况和现状），附近有无落叶树的状况。</li><li>4. 有无树根侵入状况</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 井盖的错位。</li><li>2. 设施破损变形状况。</li><li>3. 地表下沉、沉陷情况</li></ol>

续表 19

内 容	机 能 检 查	安 全 检 查
检查方法	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 目视垃圾侵入状况。</li> <li>2. 用量器测量垃圾的堆积量。</li> <li>3. 确认雨天的渗透状况。</li> <li>4. 用水桶向设施内注水，确认渗透情况</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 设施外观目视检查。</li> <li>2. 用器具敲打确定裂缝等情况</li> </ol>
检查重点	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 排水系统终点附近的设施。</li> <li>2. 裸地和道路排水直接流入的设施。</li> <li>3. 设在比周边地面低、雨水汇流区的设施。</li> <li>4. 上部敞开的设施</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用者和通行车辆多的地方。</li> <li>2. 过去曾经产生过沉陷的场所</li> </ol>
检查时间	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 定期检查：原则上每年一次以上。</li> <li>2. 不定期检查： <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 梅雨期和台风季节雨水量多的时期。</li> <li>2) 发布大雨、洪水警报时。</li> <li>3) 周边土方工程完成后。</li> <li>4) 用户投诉时</li> </ol> </li> </ol>	

### 2) 设施的清扫（机能恢复）。

依据检查结果，进行以恢复渗透设施机能为目的的清扫工作。清扫的内容有清扫砂土、垃圾、落叶，去除防止孔隙堵塞的物质、清扫树根等，同时渗透设施周围进行清扫也是必要的。另外，清扫时的清洗水不得进入设施内。

清扫方法，在场地狭小、个数较少时可用人工清扫；对数量多型号相同的设施宜使用清扫车和高压清洗。渗透设施在正常的维护管理条件下经过 20 年，其渗透能力应无明显的下降。

各种渗透设施的清扫内容见表 20。

### 3) 设施的修补。

设施破损以及地表面沉陷时需要进行修补。不能修补时可以替换或重新设置。地表面发生沉陷和下沉时，必须调查产生的原

因和影响范围，采取相应的对策。

表 20 清扫内容和方法

设施种类	清扫内容和方法	注 意 事 项
入渗井	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 清扫方法有人工清扫和清扫车机械清扫。</li> <li>2. 对呈板结状态的沉淀物，采用高压清扫方法。</li> <li>3. 当渗透能力大幅度下降时，可采用下列方法恢复：               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 砾石表面负压清洗。</li> <li>b. 砾石挖出清洗或更换</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 采用高压清扫时，应注意在喷射压力作用下会使渗透能力下降。</li> <li>2. 清扫排水，不得向渗透设施内回流</li> </ol>
渗透管沟	管口滤网用人工清扫，渗透管用高压机械清扫	采用高压清扫时，应注意在喷射压力作用下会使渗透能力下降
透水铺装	去除透水铺装空隙中的土粒，可采用下列方法： <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用高压清洗机械清洗</li> <li>2. 洒水冲洗</li> <li>3. 用压缩空气吹脱</li> </ol>	应注意清洗排水中的泥沙含量较高，应采取妥善措施处置

#### 4) 设施机能恢复的确认。

设施机能恢复的确认方法，原则上有关定水位法和变水位法，应通过试验来确定。各种设施的机能确认方法要点见表 21。

表 21 设施机能恢复确认方法要点

种 类	机能恢复确认方法	要 点
入渗井 渗透雨水口	当入渗井接有渗透管时，应用气囊封闭渗透管，采用定水位法或变水位法进行测试	试验要大量的水，要做好确保用水的准备
渗透管沟	全部渗透管试验需要大量的水，应在选定的区间内（2~3m）进行试验，在充填砾石中预先设置止水壁，测试时可以减少注水量，详见图 24	确定渗透机能前，选定区间。应注意止水壁的止水效果
透水铺装	在现场用路面渗水仪，用变水位法进行测定	仅能确定表层材料的透水能力，不能确定透水性铺装的透水能力

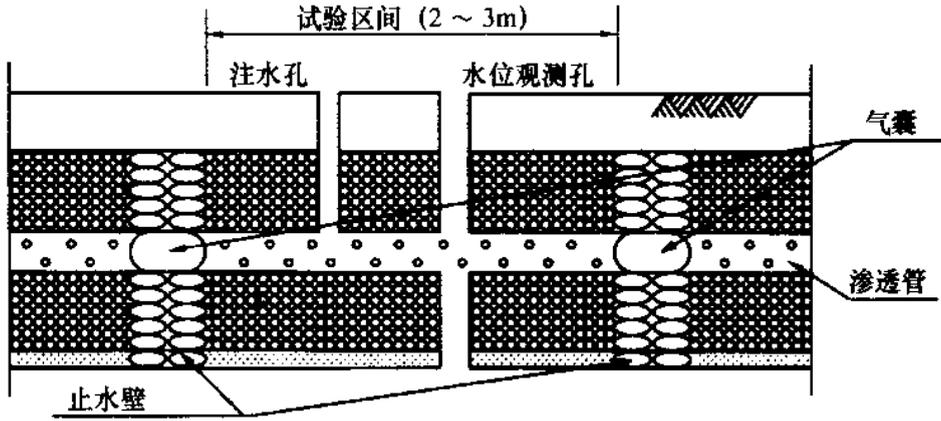


图 24 渗透管沟试验段设置示意

**12.0.8** 定期检测包括按照回用水水质要求，对处理储存的雨水进行化验，对首场降雨或降雨间隔期较长所发生的径流进行抽检等。